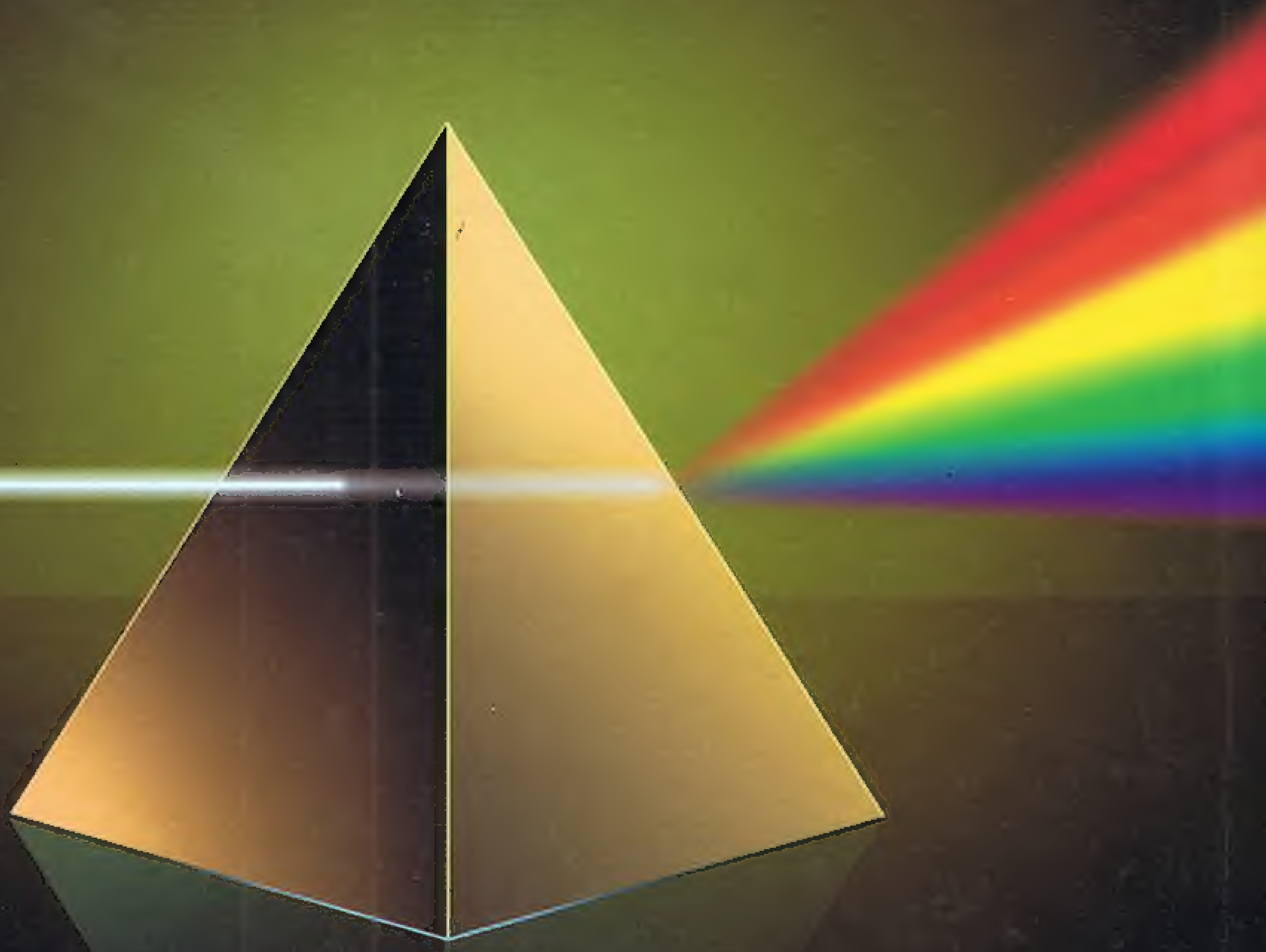
الموسوعة المصورة في

العلوم والتكنولوجيا



الضوء

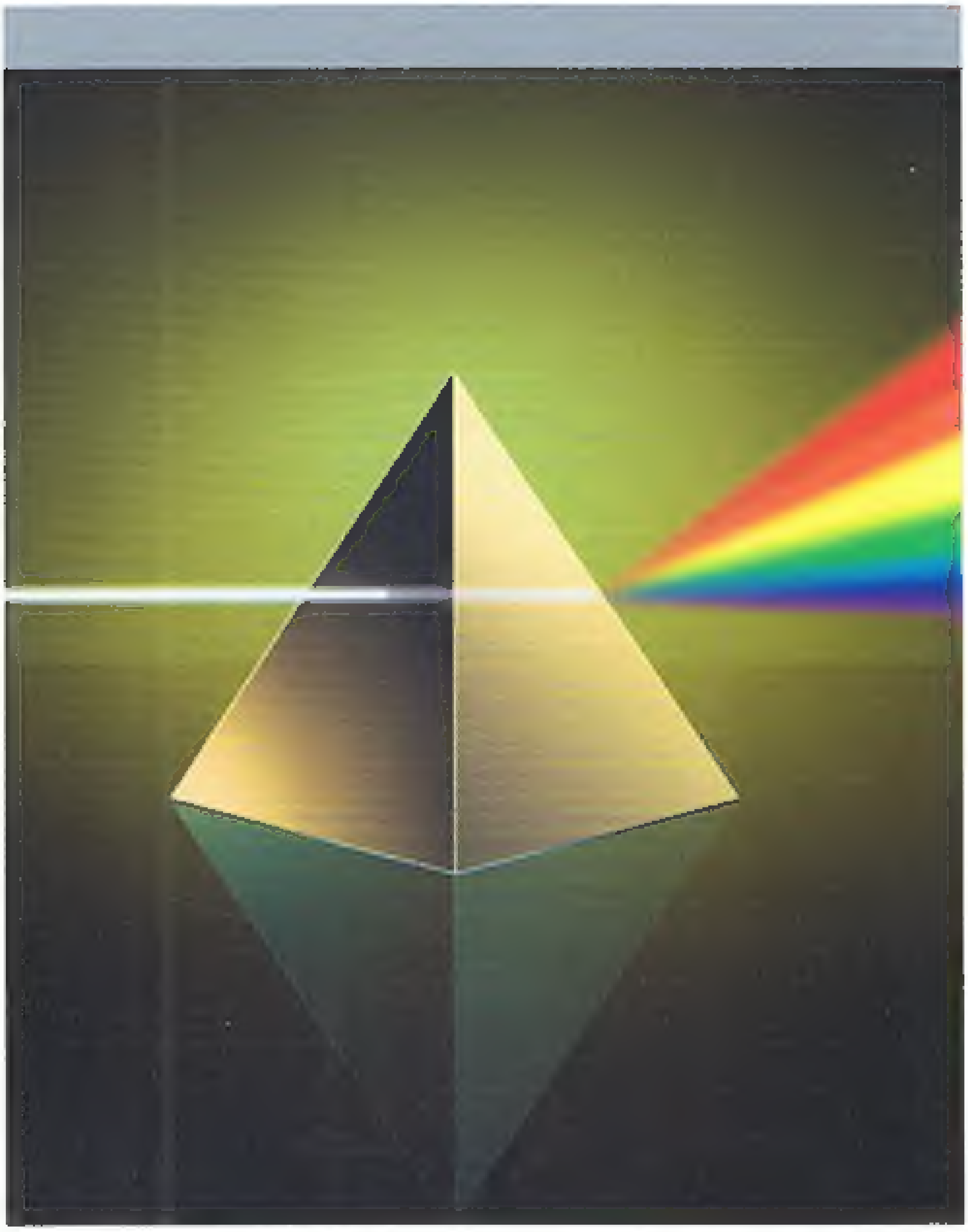
LIGHT

دار الراتب الجامعية
DAR EL RATEB

الموسوعة المصورة في

العلوم والتكنولوجيا

PICTORIAL SCIENCE INFOPEDIA

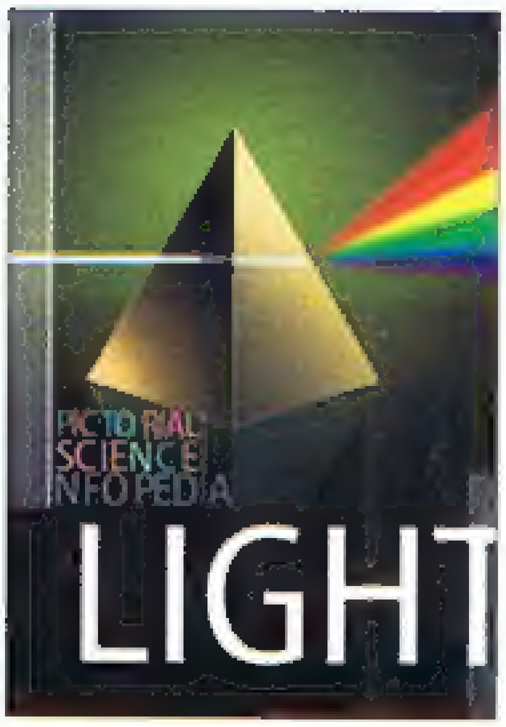


الضَّوء

DAR EL RATEB
دار الراتب الجامعية

دار الراتب الجامعية Dar El Rateb
مقابل جامعة بيروت العربية ـ بناية اسكندراني (3)
الطابق الثاني ـ بيروت ـ لبنان
تلفون: 993 853 1 00961
00961 1 853 895
www.dar-elrateb.com

Original Title:
Pictorial Science Infopedia
LIGHT
Copyright© XACT studio international
الطبعة العربية: الضَّوء
الطبعة الأولى First Edition: 2015



© دار الراتب الجامعية 2015
جميع الحقوق محفوظة
تعريب: طارق مراد
الإخراج الفني: SAMO PRESS GROUP
مجلد: ISBN 978-9953-30-703-9
الطبعة الأولى: 2015

لا يسمح بانتاج هذا الكتاب ولا بإعادة انتاجه أو أي جزء منه في أي شكل أو طريقة وعلى أي صورة كانت من أشكال وطرق الانتاج الطباعية أو المصورة أو الالكترونية أو الصوتية وخلافها.

المحتويات

1 ـ ما هو الضَّوء؟ .... 4 ـ 6

2 ـ أنواع الضَّوء .... 7 ـ 8

3 ـ مصادر الضَّوء .... 9 ـ 11

4 ـ خصائص الضَّوء .... 12 ـ 16

5 ـ ما هو قوس قُزَح؟ .... 17 ـ 19

6 ـ الضَّوء والطَّاقة .... 20 ـ 22

7 ـ ما هو علم البصريَّات؟ .... 23 ـ 27

8 ـ الضَّوء المرئيّ .... 28 ـ 32

9 ـ ما هو الاستقطاب Polarization؟ .... 33 ـ 36

10 ـ نظريَّات الضَّوء .... 37 ـ 39

11 ـ ما هو الظِّلّ؟ .... 40 ـ 42

12 ـ ما هو اللِّيزر؟ .... 43 ـ 46

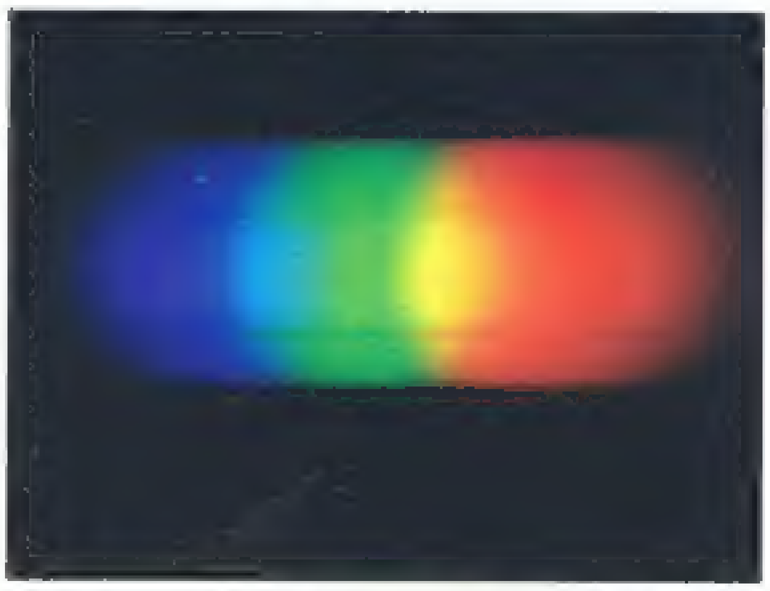
13 ـ التَّلوُّث الضَّوئي .... 47 ـ 48

ما هو الضَّوء؟

الشَّمس هي مصدرٌ طبيعيٌ للضَّوء
الطيف الكهرومغنطيسي

الضَّـوء Light هـو النُّورالـذي يصـدر مـن الأجسـام مثـل الشَّمس، والنَّار، والوميض[1]، والمصباح.

يتألَّـف الضَّـوء مـن مليـارات الجسـيمات الصَّغيـرة تُسـمَّى الفوتونات Photons. وتسـير هذه الفوتونات من مكانٍ إلى آخر على شـكل موجات. والضَّـوءُ المرئيُّ هو مجموعةٌ من الفوتونـات التـي تتحرَّك علـى طول موجةٍ يمكننـا أن نراها. وإنَّ الفـرق مـا بين الفوتونات التي نراها فـي الضَّوء المرئيِّ هو أنَّ تلـك التي لديها طـول موجـةٍ أكبـر تبدو لنـا حمراء، وتلـك التـي لديها طول موجةٍ أقصر تبدو بالنِّسـبة لنا زرقـاء. وأَنَّ جميع الألوان تأتي من أطوالِ موجيةٍ مختلفةٍ من الضَّوء.



الطيف الكهرومغنطيسي

ومعظم الضَّوء على الأرض يأتينا من الشَّمس. فالشَّمس تُطلق مليـارات الفوتونات كلَّ ثانيةٍ فـي كلِّ الاتجاهات، وتلك التي تطلـق باتجاه الأرض تأتـي إلينا. وعند وصول هذه الفوتونات إلى الأرض لأَوَّل مرَّةٍ تخترق الغلاف الجوَّيَّ للأرض. وبعض الفوتونـات يتـمُّ امتصاصها من قِبَلِ الغلاف الجوِّيِّ نفسـه، وخصوصـاً منها ما فوق البنفسجيَّة والتي تكون موجاتها قصيرةً. وإنَّ هذا أمرٌ مفيدٌ بالنِّسبة لنا، لأنَّ الكثير من الأشـعَّة ما فوق البنفسـجيَّة من شـأنه أن يقتلنا، وكذلك جميع الكائنات

أشعَّة الشَّمس ضروريَّةٌ لعمليَّة التَّمثيل الضَّوئيّ للنَّباتات

هل تعلم؟

- أنَّ عمليَّة التَّمثيل الضَّوئي Photosynthesis هي عمليَّةٌ ضروريَّةٌ لنموِّ النَّباتات، تحصل باستخدام الطَّاقة الكامنة في أشعَّة الشَّمس لتحويل ثاني أكسيد الكربون إلى غذاء؟

---

(1) الوميض: اللَّمعان الخفيف.

المصباح الكهربائيّ هو مصدرٌ للضّوء من صنع الإنسان

السِّير إسحاق نيوتن
Sir Isaac Newton

إسحاق نيوتن: فيلسوف إنكليزيٌّ وعالمٌ فيزيائيٌّ، ورياضيٌّ، وفلكيٌّ، وعالم فلسفة الطّبيعة، والكيمياء. ولد عام 1642 وتوفي عام 1687. كان يُعتبر من قبل العديد من النّاس من أعظم وأكثر العلماء تأثيراً. وكان تركيزه الرئيس على كشف طبيعة الضّوء وخصائصه، وهو الذي اكتشف الضّياء الشّمسي عام 1669، واكتشف أيضاً قوانين الجاذبيّة عام1687.

الحيّة الأخرى الموجودة على كوكب الأرض. وأنّ كلّ ضوء يأتي من الذّرّات، والذّرّات التي تنتج الضّوء تكون قد اكتسبت الطّاقة إمّا عن طريق امتصاص الضّوء من مصدرٍ آخر أو بعد اصطدامها بالجزيئات الأخرى. وتُسمّى هذه الطّاقة بـ (الطّاقة الزّائدة Extra Energy) التي تجعل الذّرّة تصدر ضوءاً. والضّوء المشعّ يحمل طاقةً إضافيّةً.

إن الضّوء الآتي من الشّمس يرفع درجة حرارة أرضنا. وأشعّة الشّمس تُسبّب نموّ النّباتات؛ ويتمّ تخزين طاقة الشّمس في النّباتات. وقد وفّرت الحياة النّباتيّة القديمة إمدادات الأرض من الوقود الأحفوريّ والفحم والغاز الطّبيعيّ ومخزون النّفط.

عندما يتمّ حجب مسار أشعّة الضّوء تماماً فإنّ ذلك يُشكّل ظلاً

كيف يعمل الضّوء؟

يوصف الضّوء بأنّه موجةٌ Wave لأنّ حركته مشابهةٌ لحركة أمواج المحيطات. والضّوء هو مجرّد اسمٍ لمجموعةٍ من الإشعاعات الكهرومغنطيسيّة التي يمكن رؤيتها بواسطة العين البشريّة. لكن نظريّة أكثر حداثةٍ تصف الضّوء على أنه جسيمات صغيرة

تُسَمَّى الفوتون، وهو يتحرَّك في خطٍّ مستقيم. ولكن في كلٍّ من نظريَّة الموجات الضَّوئيَّة ونظريَّة الفوتون الضَّوء يحمل طاقةً.

وفي بعض الأحيان يتحرَّك الضَّوء مثل الموجة وأحياناً أخرى يكون أشبه بالجسيمات، ويُطلق عليه اسم الموجات الكهرومغنطيسيَّة.

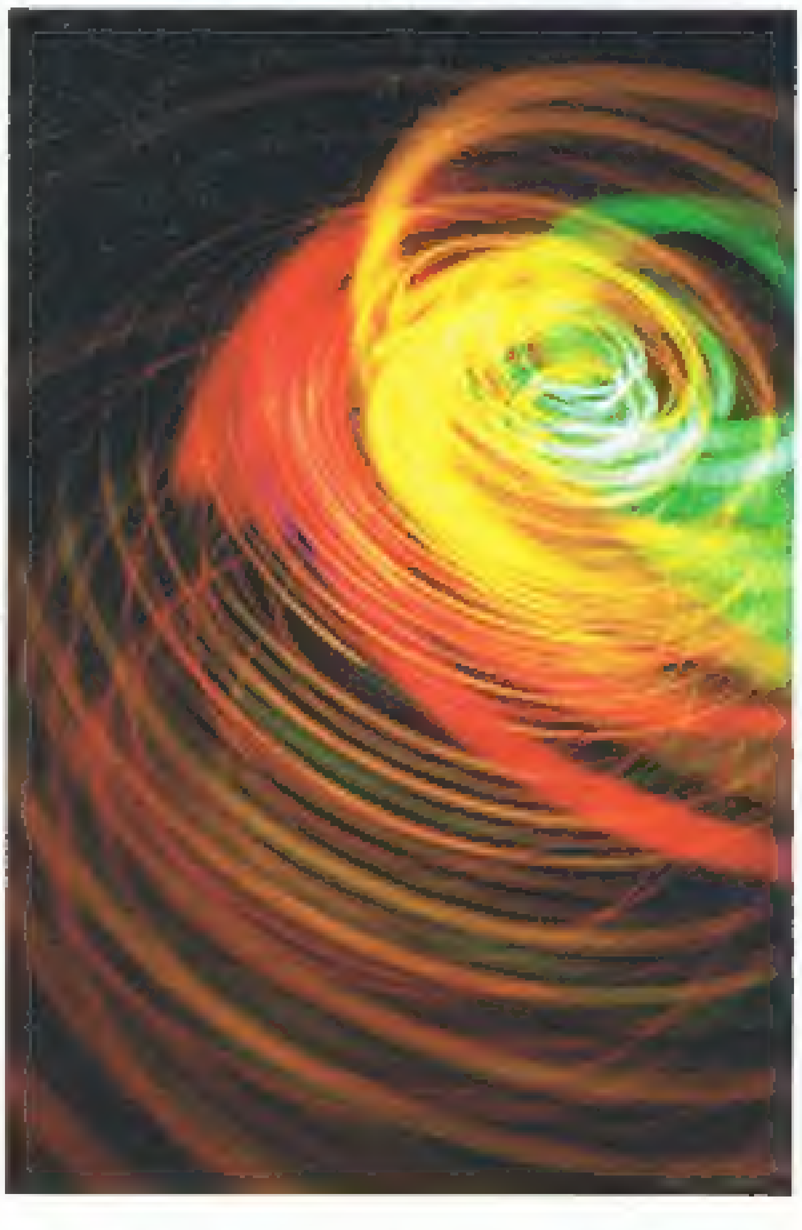
إنَّ كمّيَّة الطَّاقة التي تحملها الموجة أو يحملها الفوتون هي التي تُحدِّد لونه. ويسير الضَّوء في خطوطٍ مستقيمةٍ، ولكن يمكن للاتّجاه أن يتغيّرعندما يرتدُّ الضَّوء إثر اصطدامه بشيءٍ ما أو عندما يمرُّ من خلاله، ولكنّه دائماً يسير بخطٍّ مستقيمٍ. ويُسَمَّى المسار المستقيم للضَّوء شعاعاً. وعندما يتمّ حجب مسار أشعة الضَّوء تماماً فإنَّها تشكّل الظّلّ Shadow.

هل تعلم؟

- أنَّ الضَّوء الأحمر لديه أطول موجةٍ بينما الضّوء البنفسجيّ لديه أقصر موجةٍ؟
- وأنَّ توماس إديسون Thomas Edison بنى أكبر محطّةٍ للطّاقة الكهربائيّة في الولايات المتّحدة عام 1882؟

سرعة الضَّوء

إنَّ سرعة الضَّوء Speed of Light هي أعلى سرعةٍ يمكن للطّاقة والمواد والمعلومات السّفر بها في الكون. وقد عرف العلماء منذ أكثر من مائة سنة أنَّ الضَّوء يسافر دائماً بنفس السُّرعة: 299,792,458 متراً في الثّانية الواحدة. وإنَّ هذه السُّرعة عاليةٌ حقّاً، ولكن حتى عندما نسافر بهذه السُّرعة فإنّنا سوف نستغرق بعض الوقت للوصول إلى أماكن بعيدة في الفضاء. فضوء الشّمس يستغرق حوالى سبع دقائق للوصول إلى الأرض، ويستغرق أكثر من أربع سنوات من شمسنا للوصول إلى أقرب نجمٍ. وجسيم الضَّوء ذاته سوف يستغرق أكثر من 100,000 سنةٍ لكي يصل من جانبٍ إلى جانبٍ آخر من مجرَّتنا. وكلُّ تلك الأرقام والمقاييس تحدِّد تحرُّك الضَّوء في الفراغ، ولكن يمكن إبطاء الضَّوء حينما يسير في موادٍ أخرى مثل الغلاف الجوّي والمياه أو الماس. فالضَّوء يتحرَّك بسرعة حوالى 124,000,000 متراً في الثانية في الماس (أي أقل من نصف سرعته في الفراغ). وقياساً بالميل في السَّاعة فسرعة الضَّوء كبيرةٌ أيضاً إذ يسير بحوالى 670,616,629 ميلاً في السَّاعة. وإذا أمكنك السَّفر بسرعة الضَّوء فإنَّه يمكنك أن تدور حول الأرض 7,5 مرات في ثانيةٍ واحدةٍ. وقديماً كان العلماء غير قادرين على إدراك حركة الضَّوء، معتقدين أنَّ الضَّوء يسير بسرعةٍ فوريَّةٍ ولا متناهيةٍ.



يسير الضَّوء بسرعةٍ ثابتةٍ ومحدَّدة تُقدَّر بـ 186,000 ميل في ثانية

أنواع الضَّوء

الضَّوء مثل الحرارة، هو شكلٌ من أشكال الطَّاقة، وهناك علاقةٌ وثيقةٌ بين الاثنين. فإنَّ معظم الأجسام المشعَّة، أو التي تصدر ضوءاً، تنبعث منها الحرارة أيضاً. فالشَّمس مثلاً، تصدر ضوءاً وطاقةً حراريَّةً في آنٍ معاً، كما يفعل المصباح الكهربائيّ، والحريق.

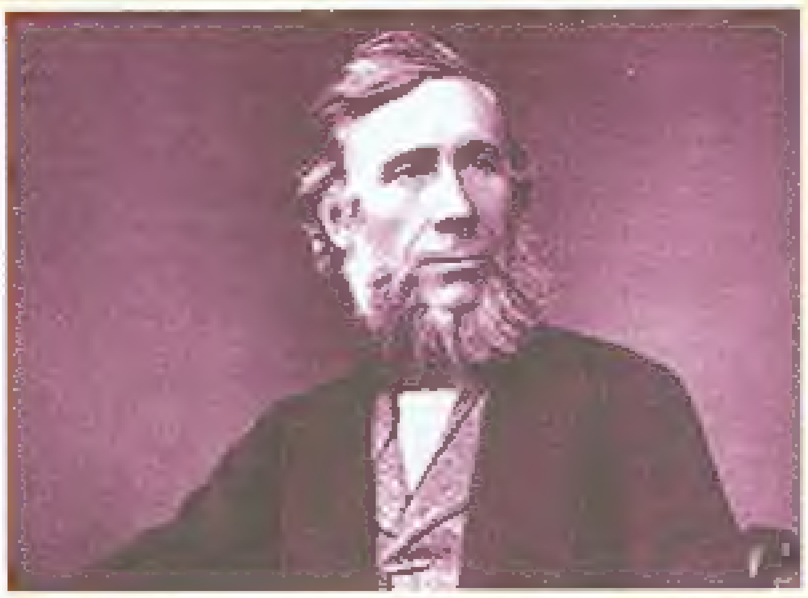
والضَّوء مصدرٌ مهمٌّ للطَّاقة. ونحن نرى الأجسام والأشياء فقط لأنَّ هناك أجساماً ينبعث منها الضَّوء فتبدو لنا مضيئةً. ولكن الضَّوء لا يمكن أن يمرَّ من خلال كلِّ المواد، فعلى سبيل المثال: يمكننا أن نرى من خلال الزُّجاج الشَّفَّاف أوالماء ولكن لا نستطيع أن نرى شيئاً من وراء جدار. وتُسَمَّى المواد مثل الزُّجاج الشَّفَّاف أو الماء أو بعض أنواع البلاستيك مواداً شفَّافةً Transparent Substances. وهناك بعض المواد ليست شفَّافة تماماً لأنَّنا لا نستطيع أن نرى الأشياء التي خلفَها ولكنَّنا نستطيع أن نرى الضَّوء الذي يمرُّ عبرها، وتُسَمَّى هذه المواد شبه شفَّافة Translucent Substances.

تَعَرَّف إلى

جون تيندال

John Tyndall

جون تيندال: هو عالمٌ شهيرٌ، وهو الذي جعل مايكل فاراداي ينجح في تولّي منصب مدير المعهد الملكي في عام 1867. وهو أيضاً أوّل عالمٍ استطاع أن يكتشف لماذا السَّماء زرقاء؟ وافترض تيندال أنَّ اللَّون الأزرق للسَّماء يرجع إلى تشتُّت ضوءالشَّمس بواسطة جزيئات الغلاف الجوّي، وهذه العمليّة تعرف باسم (تأثير تيندال Tyndall Effect).



الكواكب هي مثال على الأجسام غير المضيئة

وهنالك نوعان من الأجسام التي تتفاعل مع الضَّوء وهي: الأجسام المضيئة، والأجسام غير المضيئة.

الأجسام المضيئة Luminous

الشمس من الأجسام المضيئة

الأجسام المضيئة هي الأجسام التي تصدر ضوءاً من تلقاء نفسها. وبعبارةٍ أخرى، ينبعث الضَّوء من داخلها. وإنَّنا نرى الأجسام المضيئة لأنَّ ضوءها يدخل أعيننا مباشرةً. وهناك أمثلة على هذه الأجسام المضيئة كالشَّمس والنُّجوم والحرائق، وكلُّها ينبعث منها الضَّوء. وهناك أيضاً أمثلةٌ على كائناتٍ حيَّةٍ مضيئةٍ كاليراعات[1] Fireflies والدِّيدان المتوهِّجة Glow-Worms.

ويضيء المصباح بسبب الطَّاقة المخزَّنة في بطارياته، بينما كلُّ النُّجوم تلمع بسبب الطَّاقة النَّاجمة عن الاندماج النَّووي فيها. وتُعتبر كلٌّ من هذه الكائنات والأجسام مضيئةً.

الأجسام غير المضيئة Non-luminous

إنَّ الأجسام غير المضيئة هي الأجسام التي لا تصدر الضَّوء من تلقاء نفسها. ونحن نرى هذه الأجسام غير المضيئة لأنَّ الضَّوء ينعكس من سطحها إلى أعيننا. والقمر هو أحد الأمثلة على الأشياء غير الحيَّة والأجسام غير المضيئة، والشَّجرة هي مثال على كائنٍ حيٍّ غير مضيء. وهناك أيضاً بعض الأمثلة على الأجسام غير المضيئة مثل الكواكب كعطارد، والزُّهرة، والأرض، والمرِّيخ، والمشتري، وزُحل، وأورانوس، ونبتون، وكذلك الأقمار.

هل تعلم؟

- أنَّ الضَّوء يسافر بسرعةٍ أبطأ داخل بعض المواد مثل الزُّجاج والماء والهواء؟
- وأنَّ سطح الشَّمس يضخُّ أكثر من 23 مليار كانديلا candela في المتر المربع؟

الشَّجرة هي مثال على الأجسام غير المضيئة

(1) اليراعات: المفرد: اليراعة، وهي حشرةٌ تضيء في الظَّلام. ويقال لها أيضاً: الحُباحِب.

مصادر الضَّوء

يمكن لمصادر الضَّوء أن تكون إمّا طبيعيَّة أو اصطناعيَّة. فالشَّمس هي المصدر الأساسي للضَّوء الطَّبيعي، والمصابيح الكهربائية هي مصادر اصطناعيَّة. إنَّ الضَّوء هو شكلٌ من أشكال الطَّاقة الكهرومغطيسية. ففي حالة الضَّوء الطَّبيعي تأتي هذه الطَّاقة من الشَّمس كمصدر، وفي حالة الضَّوء الاصطناعي تحصل الإنارة من مصادر أخرى للطَّاقة.

توماس ألفا إديسون

Thomas Alva Edison

توماس ألفا إديسون مخترعٌ وفيزيائيٌ أمريكيٌ، ولد سنة ١٨٤٧، اخترع المصباح الكهربائي في عام ١٨٧٩. وأكثر اختراعاته شهرة هي لمبة الضوء المتوهج Incandescent Light Bulb وإضافة إلى المصباح الكهربائي، فقد طوّر إديسون الفونوغراف و(مصور الحركات Kinetoscope) وهو عبارة عن صندوقٍ صغيرٍ لعرض الأفلام المتحركة، وتوفي إديسون سنة 1931م.

المصادر الطَّبيعيَّة Natural Sources

إنَّ أهمَّ مصدرٍ طبيعيٍّ للضَّوء هو الشَّمس. ومُعظم الضَّوء الطَّبيعيّ الذي يأتينا مصدره الشَّمس، وضوء القمر ما هو إلاَّ ضوء الشَّمس المنعكس من سطح القمر. والنُّجوم البعيدة توفِّر كمِّيَّةً صغيرةً للغاية من الضَّوء.

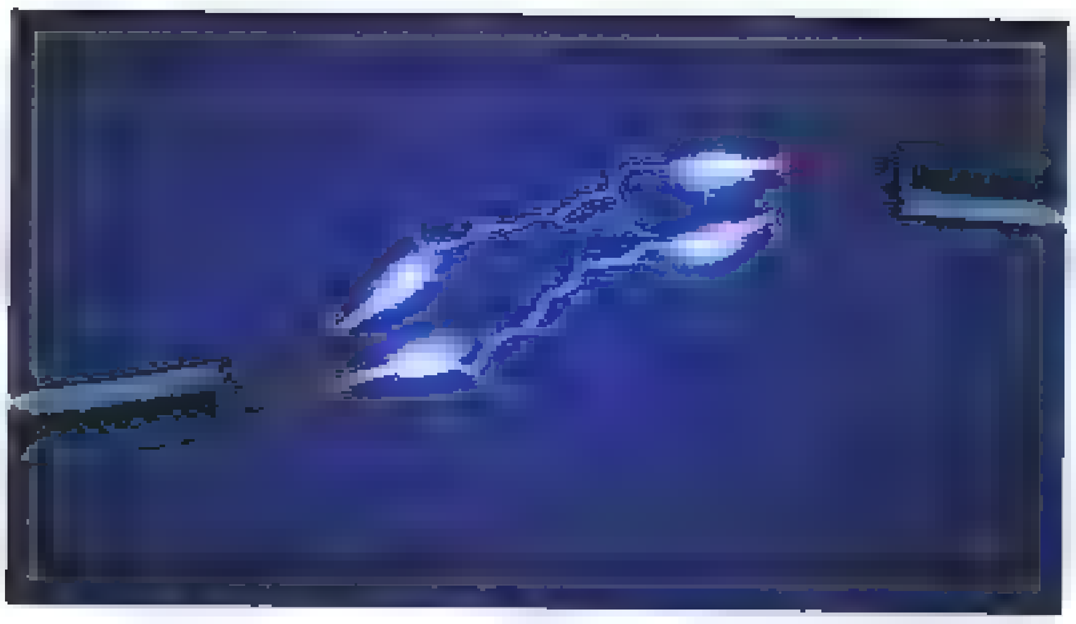
المصادر الاصطناعيَّة Artificial Sources

هناك عدَّة طرقٍ لإنتاج الضَّوء الاصطناعي. وبشكلٍ عامٍّ، يمكن تقسيم مصدر الضَّوء الاصطناعي إلى ثلاث فئات

المصباح الكهربائيّ الأصليّ الذي قدّمه توماس إديسون إلى مكتب براءات الاختراع والعلامات التّجارية الأمريكي

المصادر الحراريَّة Thermal Sources

إنَّ أحد الأمثلة على المصادر الحراريَّة للضَّوء هو المصباح الوهَّاج، والشَّمعة المضيئة إلخ. وعندما يتمُّ تسخين جسمٍ ما حتى يضيء أو يصبح ساطعاً، تنبعث منه جميع الأطوال الموجيَّة المرئيَّة جنباً إلى جنبٍ مع كمِّيَّةٍ كبيرةٍ من الأشعَّة تحت الحمراء. وهذه المصادر التي تعتبر منتجةً للإشعاع المرئيّ لديها مستوى كفاءةٍ منخفضةٍ، وبشكلٍ عامٍّ فإنَّ قوَّة وكفاءة هذه المصادر الضَّوئيَّة تزداد بازدياد درجة حرارتها.



المصابيح الضَّوئيَّة تعمل بالحرارة النّاتجة عن التّيار الكهربائيّ

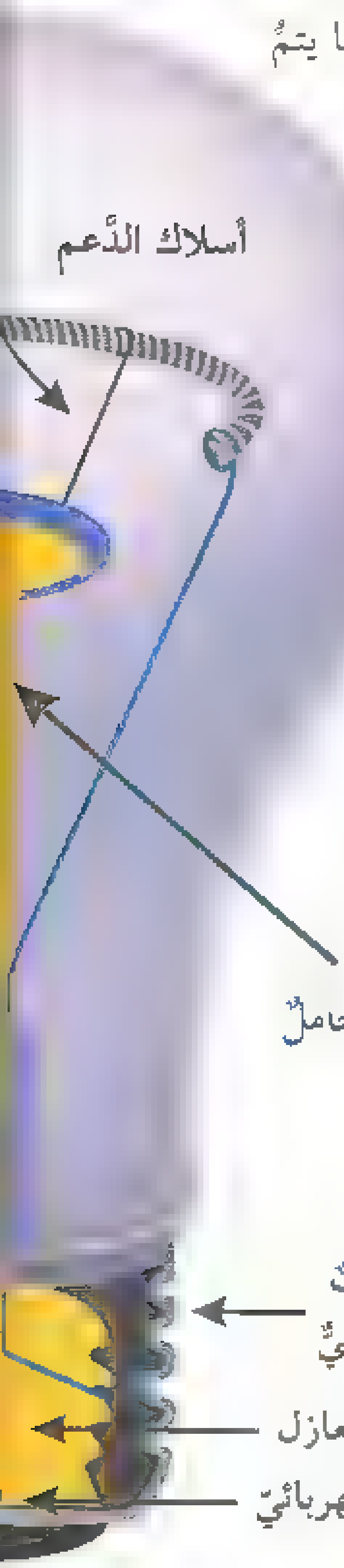
مصادر انبعاث الغاز

Gas Discharge Sources

يتمُّ الحصول على ضوءٍ بواسطة مصدر انبعاث الغاز من خلال الحفاظ على التَّيار الكهربائيّ في غازٍ ذو ضغطٍ منخفض. وهناك أمثلةٌ على هذا المصدر هي مصباح النّيون Neon Lamp، ومصابيح الصُّوديوم Sodium Lamps، ومصادر أخرى. ومن هذه المصادر الضّوئيّة ينبعث عددٌ قليلٌ من الأطوال الموجيّة. ويعتمد لون Color وشدّة الضّوء Intensity of Light على طبيعة الغاز أو البخار فقط. وتجدر الإشارة إلى أنّه في حالة الضّوء المنبعث من مصدرٍ حراري يبقى الطّيف مستمرّاً. ولكن عندما يتمُّ الحصول على الضّوء من الانبعاثات الغازيّة يكون الطّيف متقطّعاً؛ أي: أنّه يتكوّن من خطٍّ واحدٍ أو من خطوطٍ ملوّنةٍ متعدّدةٍ. ومثالٌ على ذلك، ففي حالة مصباح الصُّوديوم، يتكوّن الطّيف بشكلٍ أساسيٍّ من اثنين من الخطوط الصّفراء القريبة جداً من بعضها البعض مع موجات من 5890Å. وهذه الموجات قريبةٌ جداً من بعضها البعض لدرجةٍ أنّ الضّوء المنبعث من مصباح الصُّوديوم يظهر على أنّه أحاديّ اللّون؛ أي: أنّه يصدر ضوءاً بطولٍ موجيٍّ واحدٍ فقط

المصادر المشعّة Luminescent Sources

إنّ أبرز مثالٍ على هذه المصادر هو أنبوب الفلورسنت Fluorescent.
يتكوّن أنبوب الفلورسنت من أنبوبٍ زجاجيٍّ رقيق الجدران مطليٌّ بمادّة الفلورسنت المغلّفة في داخل الأنبوب. ويحتفظ التّيار الكهربائي ببخار الزّئبق في ضغطٍ منخفضٍ. وتنبعث من الفلورسنت الإشعاعات المرئيّة وكذلك الإشعاعات ما فوق البنفسجيّة Ultraviolet (غير المرئيّة). إنّ مادّة الفلورسنت تمتصّ الأشعّة ما فوق البنفسجيّة وتُعيد إصدارها بأطوال موجيّةٍ كبيرةٍ من الطّيف المرئيّ.

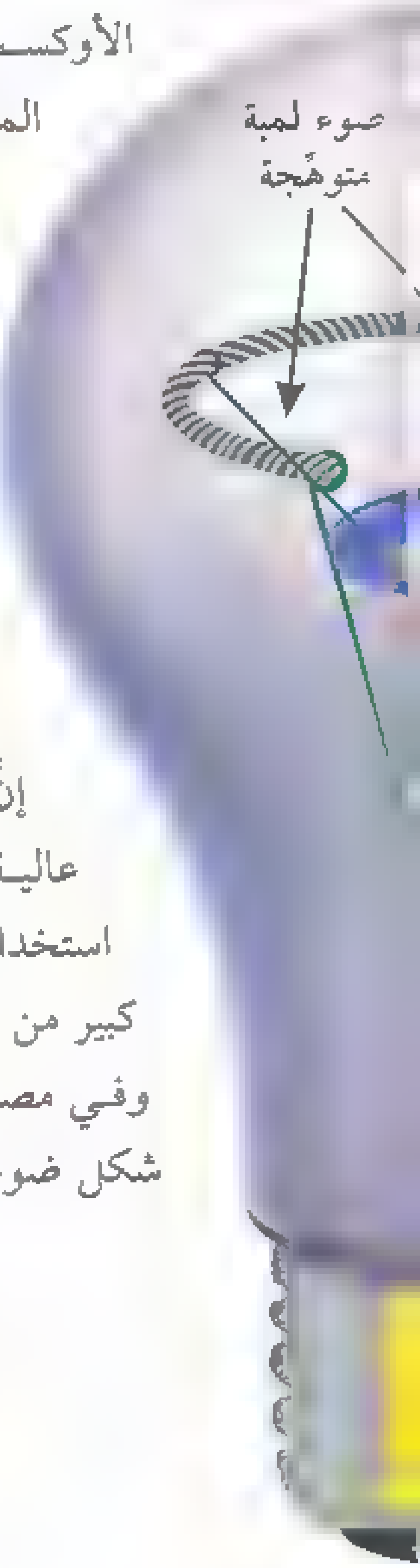


مصباح كهربائيّ

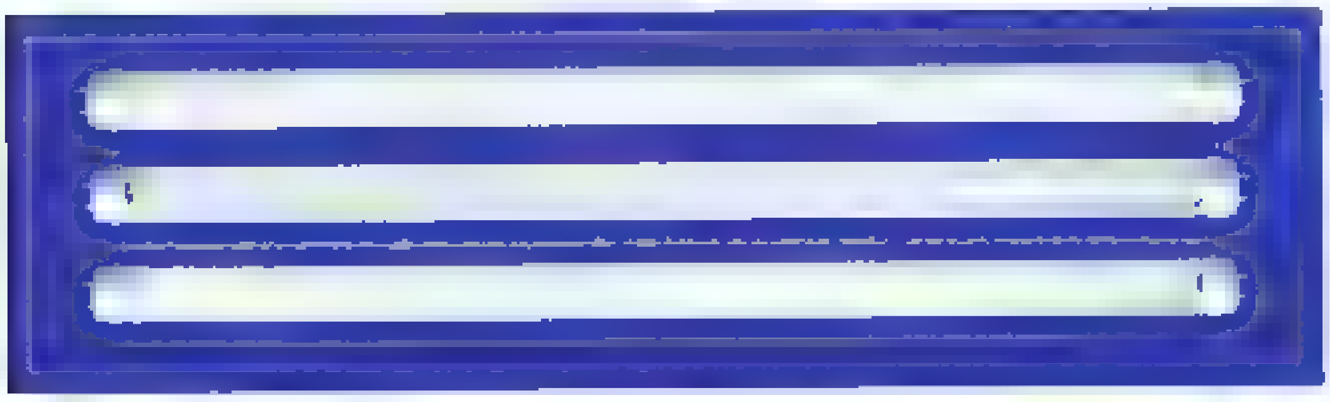
- أنّه عند تشغيل المصباح الكهربائي يتمُّ استخدام 10٪ فقط من الكهرباء لإصدار الضّوء، ويتشتّت الجزء الآخر أي 90٪ على شكل حرارة؟
- وإنّ طبقة سميكة من الغُبار يمكنها منع نحو نصف الشّعاع الضّوئي؟

كيف يعمل المصباح الكهربائي؟

تعمل المصابيح الكهربائيّة على مبدأ بسيطٍ جدّاً. وعندما يتمُّ تسخين المعدن فإنّه يُضيء. فاللّمبة المتوهّجة تستخدم الحرارة النّاجمة عن التّيّار الكهربائي. وعندما يمرُّ التّيّار الكهربائيُّ عبر سلْك، فإنّ السّلك يُصدر الحرارة. فالسّلك يُصبح ساخناً جداً بحيث يعطي ضوءاً. والمصابيح المتوهّجة يوضع في داخلها أسلاكاً مصنوعة من معدن التّنغستن Tungsten. والتّنغستن السّاخن من شأنه أن يحترق بسرعةٍ كبيرةٍ إذا ما تعرّض للأوكسجين، فلا بدَّ من وضعه في لمبةٍ زجاجيّةٍ معزولةٍ أو مليئةٍ بغازٍ يعزله عن الأوكسجين كي لا يحترق. وهنالك نوعٌ آخر شائعٌ من المصابيح الضّوئيّة هو مصباح الفلورسنت. ومصباح الفلورسنت هو أنبوبٌ زجاجيٌّ مملوءٌ بغاز الأرجون Argon والزّئبق Mercury الصّلب. وعندما يتمُّ تمرير تيّارٍ كهربائيٍّ خلال ذرّات غاز الأرجون فإنّها تلتقط الطّاقة وتشعُّها على شكلِ أشعّة ما فوق البنفسجيّة. والأشعّة ما فوق البنفسجيّة بعد اصطدامها داخل الأنبوب بمادّة الفوسفور الموجودة في جدران الأنبوب، تجعل الفوسفور يُضيء ويُعطي الضّوء الذي نراه. إنَّ مصابيح الفلورسنت لا تتطلّب درجات حرارة عالية لإنتاج الضّوء مثلما تفعل المصابيح المتوهّجة. ويتمُّ استخدام الطّاقة بشكلٍ أكبر لتسخين اللّمبة المتوهّجة، وجزء كبير من هذه الطّاقة يتمُّ فقدانها على شكل حرارة وليس ضوء. وفي مصباح الفلورسنت يشعُّ الجزء الأكبر من الطّاقة على شكل ضوء.

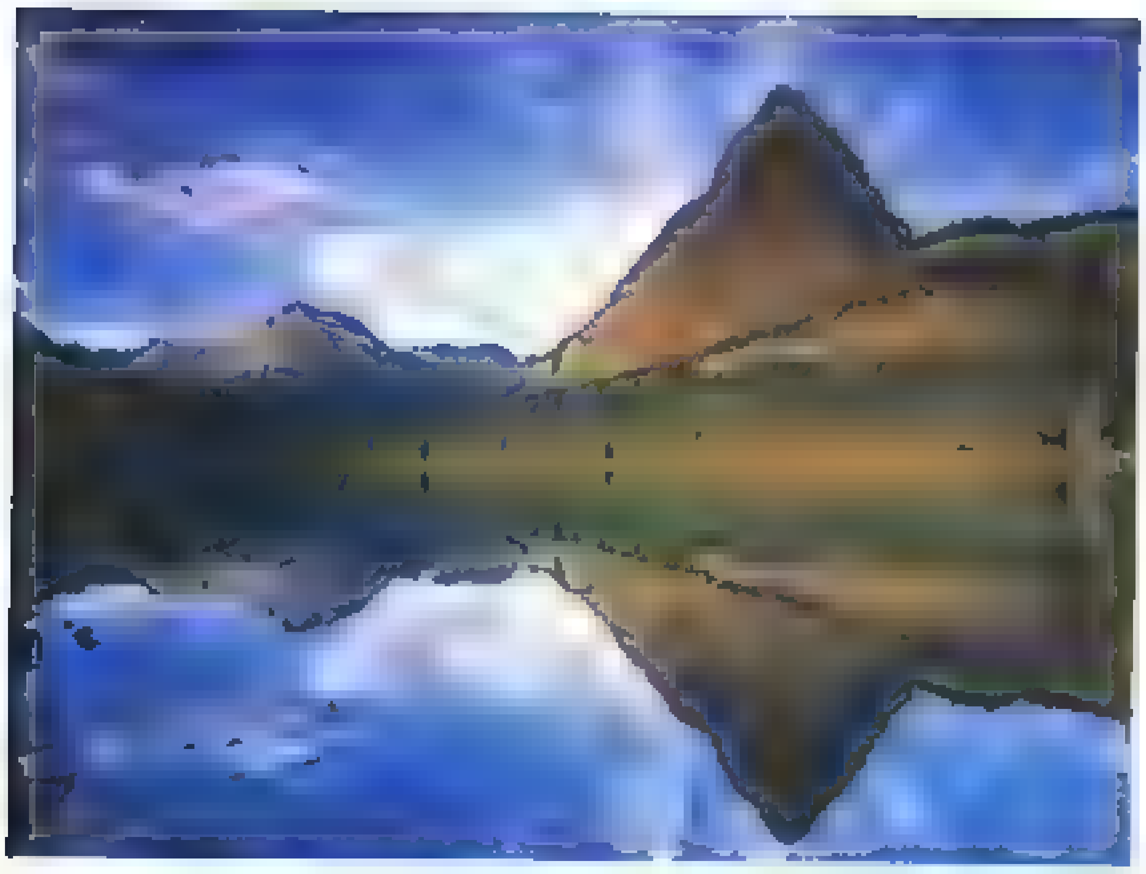


مصباح النيون



أنبوب الفلورسنت

خصائص الضَّوء



الانعكاس الضَّوئيّ يمكّننا من رؤية الصُّور

ينتشر الضَّوء في كلِّ مكانٍ حولنا. إنَّه السَّبيل الأساسيّ لوصولنا إلى معرفة الكون، وبالتَّالي فهو مهمٌّ جداً بالنِّسبة إلى الفيزيائيين. وحتى منتصف عام 1800 كان يُعْتَقَدُ أنَّ الضَّوء مؤلَّفٌ من تيَّارٍ من الجسيمات الصَّغيرة. ومن أبرز داعمي هذا الاعتقاد كان العالِم الفيزيائيّ الشَّهير إسحق نيوتن.
وبحلول أواخرعام 1800 تمَّ استبدال نظريَّة الجُسيمات بنظريَّة الموجة. وحصل هذا الاستبدال لأنَّ الضَّوء أظهر بالاختبارات بعض الخصائص التي لا يمكن تفسيرها إلاَّ من خلال نظريَّة الموجة. فالضَّوء لديه العديد من الخصائص المبيّنة أدناه.

انعكاس الضَّوء Reflection of Light

من أهم خصائص الضَّوء أنَّه ينعكس على السُّطوح. وهذا الانعكاس يسمح لنا أن نرى الصُّور في المرايا. إننا نرى الصُّور في المرايا بوضوحٍ كما تبدو قادمةً من وراء المرآة لأنَّ أعيننا تُفَسِّر الصُّور بهذه الطَّريقة. ولكن عندما نرى صورنا تنعكس في المرآة ونرفع الذِّراع الأيسر، ففي الصُّورة بحسب ما يظهر يتحرَّك الذِّراع الأيمن. وحينما يصطدم شعاعٌ ضوئيٌّ ما بجسمٍ ما وينعكس مرةً أخرى، فإنَّ هذه العمليَّة يُطلق عليها اسم «الانعكاس». عند التَّفكير في الانعكاس فكِّر مباشرة بالمرايا، لأنَّها تعكس كلَّ الضَّوء، وهذا هو السَّبب الذي يجعلك ترى نفسك فيها. وعلى الرَّغم من أن البحر يعكس الضَّوء، ولكنَّه لا يعكسه كُلِّياً. فإذا كنت واقفاً فوق البحر، لا يمكنك رؤية الانعكاس الضَّوئيّ بشكلٍ جيِّدٍ، ولكن إذا كنت في زاويةٍ مُحَدَّدةٍ، انظر عن كثب، إذ يمكنك أن ترى انعكاس السَّماء. إذاً فالبحر لديه خاصِّيَّة انعكاس جزئيّ فقط.

الانعكاس الضَّوئيّ

انكسار الضَّوء Refraction of Light

عندما يتحـرَّك الضَّوء من مادَّةٍ إلى أخرى فإنَّه يُغيِّر السَّرعة والاتِّجاه. ويُسَمَّى هذا التَّغيير في الاتجاه «الانكسار». بعض مؤشِّرات الانكسار Indexes of Refraction هـي: المـاس (2,419)، والزُّجاج (1,523)، والماء (1,33).

دعونا نتحدَّث عـن المعادلـة الفيزيائيَّة، المعادلة تقـول n=c/v حيـث c قيمةٌ ثابتـةٌ، ويُمكننا من خـلال هـذه المعادلـة معرفـة أنَّ الضَّـوء لديـه سرعات مختلفة عندما يكون في موادٍ مختلفةٍ. ففـي الفـراغ يسـير الضَّـوء بأقصـى سـرعةٍ، ويسـير بشـكلٍ أبطأ في كلّ الأجسـام الأخرى. ويمكننا أن نكتشـف أنَّ الضَّـوء يتحرَّك في الماء أسـرع ممَّـا يفعل فـي الماس. فهو يسـير حوالى 124,000,000 متـراً في الثانيـة في الماس (أي أقلّ من نصف سرعته في الفراغ) في حين يسير بسـرعة 299,792,458 متـراً في الثَّانيـة الواحدة في الفراغ. وينكسر الضَّوء فقط عندما يصطدم بجسـمٍ ما بزاويـةٍ محـدَّدةٍ، فـإذا مـا كان اتِّجاه الضَّوء مباشـرة نحو الأسْفل فإنَّه سوف يستمرُّ بالذَّهاب فـي هذا الاتِّجـاه. يجب أنَّ نفهم أن سـرعة الضَّوء تختلـف فـي المـواد المختلفـة. فشـعاع الضَّـوء يتباطأ عندما يصطدمُ بالمادة وينحني نحو الخطّ الطَّبيعـيّ Normal. والخطُّ الطَّبيعيُّ هو الخطُّ المتعامد Perpendicular مـع سـطح المـادَّة. فـإذا سـار شـعاعٌ ضوئـيٌّ مـا إلـى الأعلى بعـد اصطدامه بالمـادَّة، فهـو يتحرَّك بعيداً عن خطِّهـا الطَّبيعي. والضَّوء

راسموس بارثولين
Rasmus Bartholin

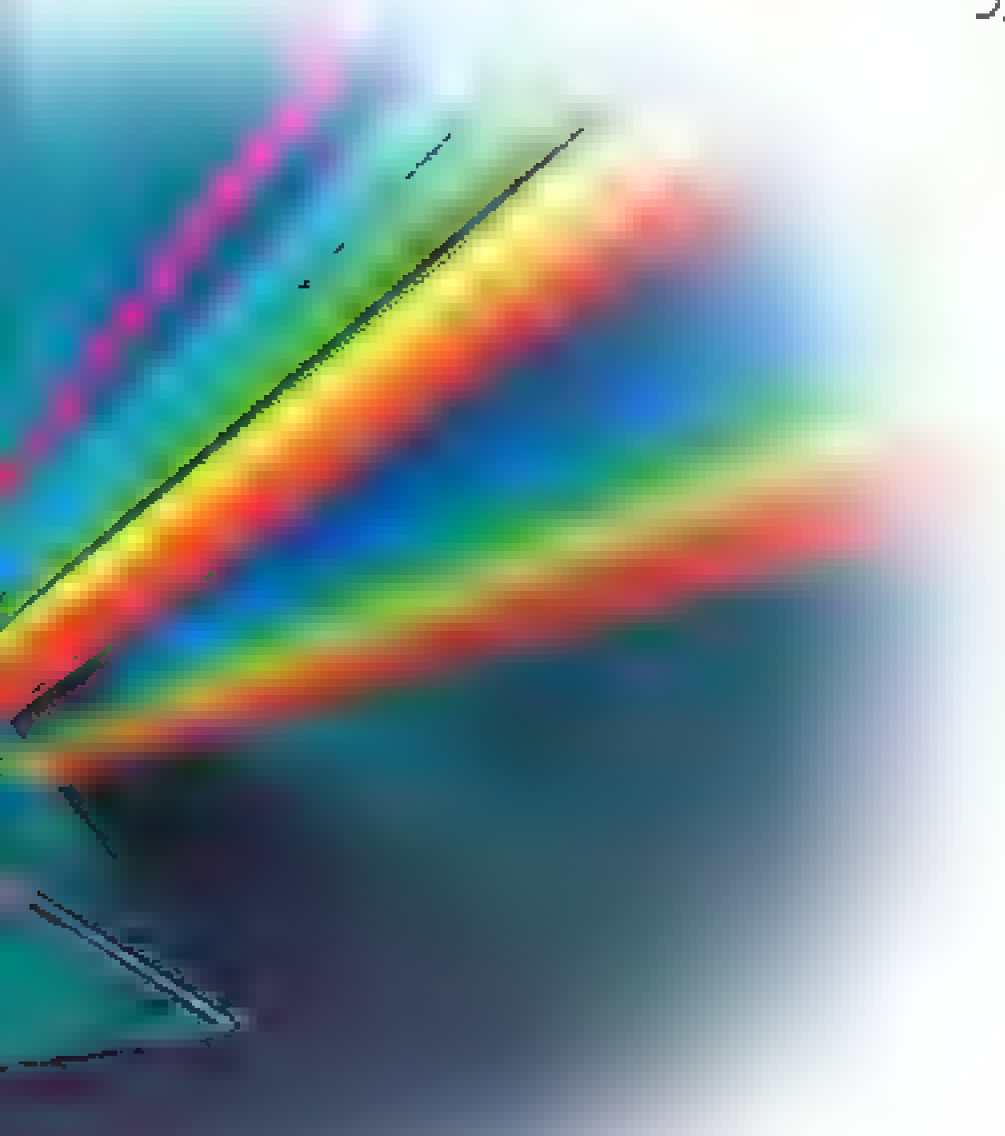
راسموس بارثولين: عالمٌ وفيزيائيٌّ دنماركيٌّ. لمع اسمه بسبب اكتشافه للانكسار المزدوج لأشعَّة الضَّوء. وهو أوّل من نشر وصفاً دقيقاً لهذه الظَّاهرة، على الرغم من أنّ طبيعة المديّة لضوء لم تكن مفهومة في ذلك الوقت.

المرآة جسمٌ يعكس كلّ الضَّوء

يسافر حوالى 30 ٪ أبطأ في الماء ممّا يفعل في الفراغ، في حين أنّ الماس وهو أكثر المواد كثافةً، فإنّ الضّوء يسير فيه بسرعة تبلغ حوالى نصف سرعته في المراغ. وهذا التّباطؤ للضّوء يشكّل خاصّيّةً أخرى من خصائص الضّوء ألا وهي «الانكسار». فالانكسار يعني أنّ الضّوء ينحني عندما يمرُّ من وسطٍ ماديٍّ إلى وسط آخر. فعندما يدخل الضّوء مادّةً أكثر كثافة من تلك التي مرَّ بها، فإنّه ينحني نحو الخطّ الطّبيعيّ على الحدود بين المادتين. وكلّما زاد الفرق بين كثافة المادّتين، ازداد انحناء الضّوء. وتُستخدم هذه الخاصّيّة الضّوئيّة في الأجهزة البصريّة مثل المجاهر والعدسات التّصحيحيّة للرّؤية، والعدسات المكبّرة وغيرها. وعند النّظر في سطح بحيرةٍ أو بركةٍ في موسم الصّيد فإنّنا نُلاحظ أنّ السّمك يبدو أكبر عندما يكون تحت الماء مه في الحقيقة بعد اصطياده. ويرجع ذلك إلى ظاهرة الانكسار، ولأنّ الهواء أقلّ كثافةً من الماء، فإنّ الضّوء يظهر بعيداً عن الخطّ الطّبيعي.

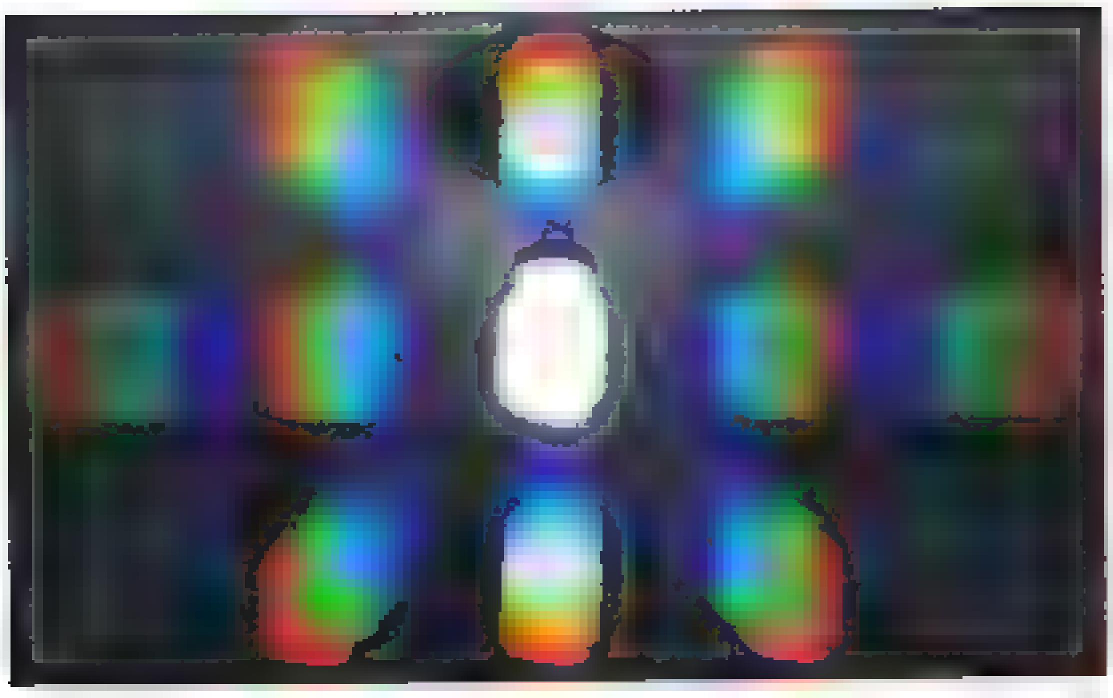
تشتُّت الضّوء Dispersion of light

إنّ عمليّة التّشتُّت الضّوئيّ هي خاصّيّة أخرى من خصائص الضّوء. وهذه الخاصّيّة تُشير إلى أن الضّوء الأبيض ويمكن أن ينكسر ليُصدر ألواناً متعدّدة يتكوّن منها اللّون الأبيض بالأساس. والضّوء الأبيض يتكوّن من جميع الألوان ويُمكننا أن نرى ذلك من خلال المنشور Prism الذي يقوم بدور تشتيت الضّوء إذ أنّ الضّوء الأبيض يدخل المنشور ثمّ يخرج من الجانب الآخرعلى شكل شعاع من الضّوء مُتعدِّد الألوان. والضّوء الأزرق، ذو الموجات الطّوال، ينحني من زوايا مختلفةٍ أكثر من الضّوء الأحمر، والألوان الأخرى ما بين الأزرق والأحمر تظهر أيضاً في الطّيف Spectrum.



• أنّ البشر اخترعوا العديد من الأجهزة التي تعمل بمبدأ انكسار الضّوء؟ وكذلك أجهزة تعمل بمبدأ انعكاس الضّوء وأُخرى تعمل بمبدأ تركيز الضّوء؟ وإحدى هذه الأجهزة هي آلة التّصوير الكاميرا Camera؟

حيود الضَّوء Diffraction of Light


حيود الضَّوء

الحيود الضَّوئيّ هوالمصطلح الذي يشير إلى ظاهرة انحناء الضَّوء من خلال فتحةٍ. ومن الصَّعب أن نعطي مثالاً من الحياة اليوميَّة على هذه الظَّاهرة، ولكن أقرب مثالٍ هو عندما يكون هناك مصدر للضَّوء محجوب خلف بابٍ فيه فتحةٍ لا تمرُّ منها سوى كمِّيَّةٌ محدودةٌ من الضَّوء. وإنْ كانت المنطقة المحجوبة أكثر إشعاعاً، فإنَّ ذلك يولِّد أيضاً حيوداً ضوئيّاً.

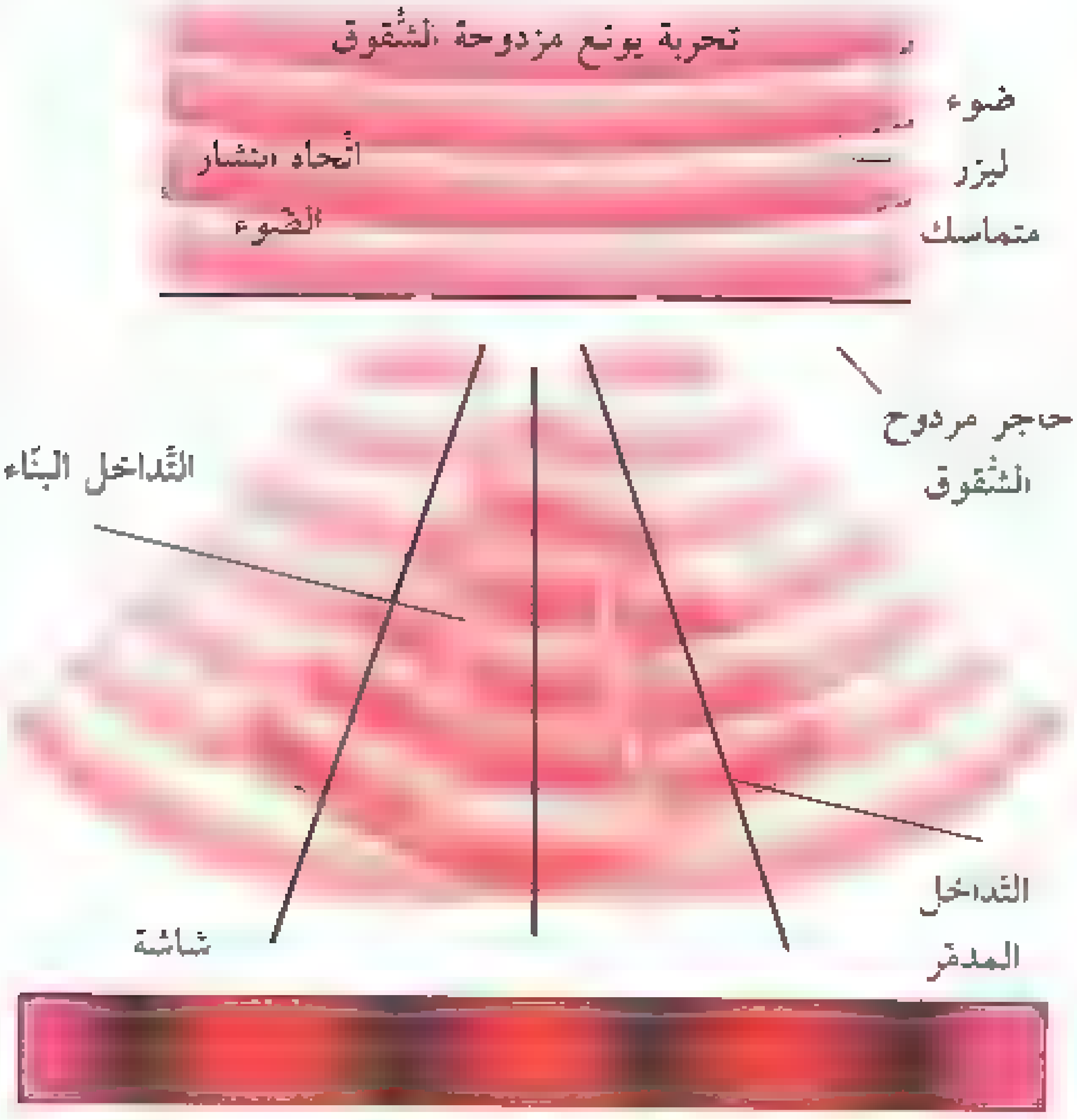
وهناك مثالٌ آخر أكثر انتشاراً على شكل الموجة ألاَ وهو الصَّوت. فعندما يتحدّث شخصٌ ما من أمام بابٍ مفتوحٍ، فإنَّ شخصاً آخر قريبٌ من زاوية الباب يستطيع أن يسمع الموجات الصَّوتيَّة.

التَّداخل الضَّوئيّ Interference of light

التَّداخل الضَّوئيّ هو ظاهرةٌ تحدث عندما يلتقي شعاعان ضوئيان. وبحسب طبيعة الشُّعاعين الضَّوئيين وتوقيت الالتقاء يمكنهما الاندماج أو تعزيز بعضهما البعض ليعطيا شعاعاً واحداً أكثر إشراقاً، أو أنَّهما قد يتعارضا ليعطيا شعاعاً أقلّ سطوعاً وتُسَمَّى هذه الظَّاهرة التَّداخل البنَّاء Constructive Interference أو التَّداخل المدمِّر Destructive Interference. وليس من المعتاد بالنِّسبة لنا رؤية ظاهرة التَّداخل الضَّوئي في حياتنا اليوميَّة. وفي حالةٍ واحدةٍ تحصل هذه الظَّاهرة طبيعيَّاً حين يطفو النفط أو البنزين على سطح بركةٍ. ففي بعض الأحيان تظهر أنماطٌ رائعةٌ من الألوان المنبعثة من النَّفط أو الغاز، وعندما يتعرَّض الغاز أو النَّفط إلى الضَّوء الأبيض. يحدث أيضاً أنَّ الغشاء يَصْدُرُ ألواناً مختلفةً عند تعرضه للضَّوء الأبيض حيث تحدث ظاهرة التَّداخل البنَّاء أو الهدَّام، وهذا يتوقَّف على سُمْكِ الغشاء. وهناك منطقةٌ واحدةٌ من الغشاء قد تبدو حمراء لأنَّ الضَّوء الأحمر يرتدُّ من أعلى الغشاء ويتداخل بشكلٍ بنَّاءٍ مع الضَّوء الأحمر المارّ من خلاله ومن ثمَّ ينعكس في المياه إلى الأسفل.

تشتُّت الضَّوء في المنشور

تجربة يونغ الضَّوئيَّة للشَّقِّ المزدوج
Young's Double Slit Experiment of Light



توزيع كثافة الحافَّات

إنَّ تجربة الشَّقِّ المزدوج للعالم يونغ ألغت نظريَّة إسحاق نيوتن التي تنصُّ على أنَّ الضَّوء يسافر فقط كجسيمات، وشكَّلت إنجازاً مُهمّاً في علم الضَّوء. وتمَّت هذه التَّجربة الأولى من قبل توماس يونغ، وهو عالمٌ فيزيائيٌّ من القرن الثامن عشر، فأثبت أنَّ الضَّوء يسير على شكل موجاتٍ فضلاً عن الجُسيمات. لكن تجربة يونغ تمَّ إلغاؤها فعلياً مع الوقت. وذلك لأنَّ نظرية نيوتن للجزيئات الضَّوئيَّة كانت لا تزال التَّفسير الوحيد للضَّوء وتُستخدم على نطاقٍ واسع. وتبيِّن تجربة الشُّقوق المزدوجة كيفيَّة إعادة توجيه الموجات الضَّوئيَّة على شاشة، فيظهر من خلالها كيف أن موجات الضَّوء تتداخل عبر بعضها البعض، فتنتج هذه التَّداخلات تغييراً في السُّطوع Brightness وشدَّته في أشعَّة الضَّوء النَّاتجة عن ذلك. وهذا يثبت أنَّ الضَّوء يسافر في موجات، لأنه وفقاً للنَّتائج كانت هناك بالتَّأكيد أشعَّةٌ ضوئيَّةٌ تظهر من خلال اللَّوحة الخلفيَّة. وهذا دليلٌ على أنَّ إثنين من الحزم الضَّوئيَّة القادمة من الشُّقوق عبرت بعضها البعض، وخلقت تداخلات جعلت نمط شعاع الضَّوء مميَّزاً. وهناك أيضاً اتِّجاهاً واضحاً متزايداً في عدد الأشعة الضَّوئيَّة يتناقض مع عدد الشُّقوق في المساحة الأصليَّة. وكلَّما زاد شقّ ما ازداد معه متوسِّط عدد الحزم الضَّوئيَّة.

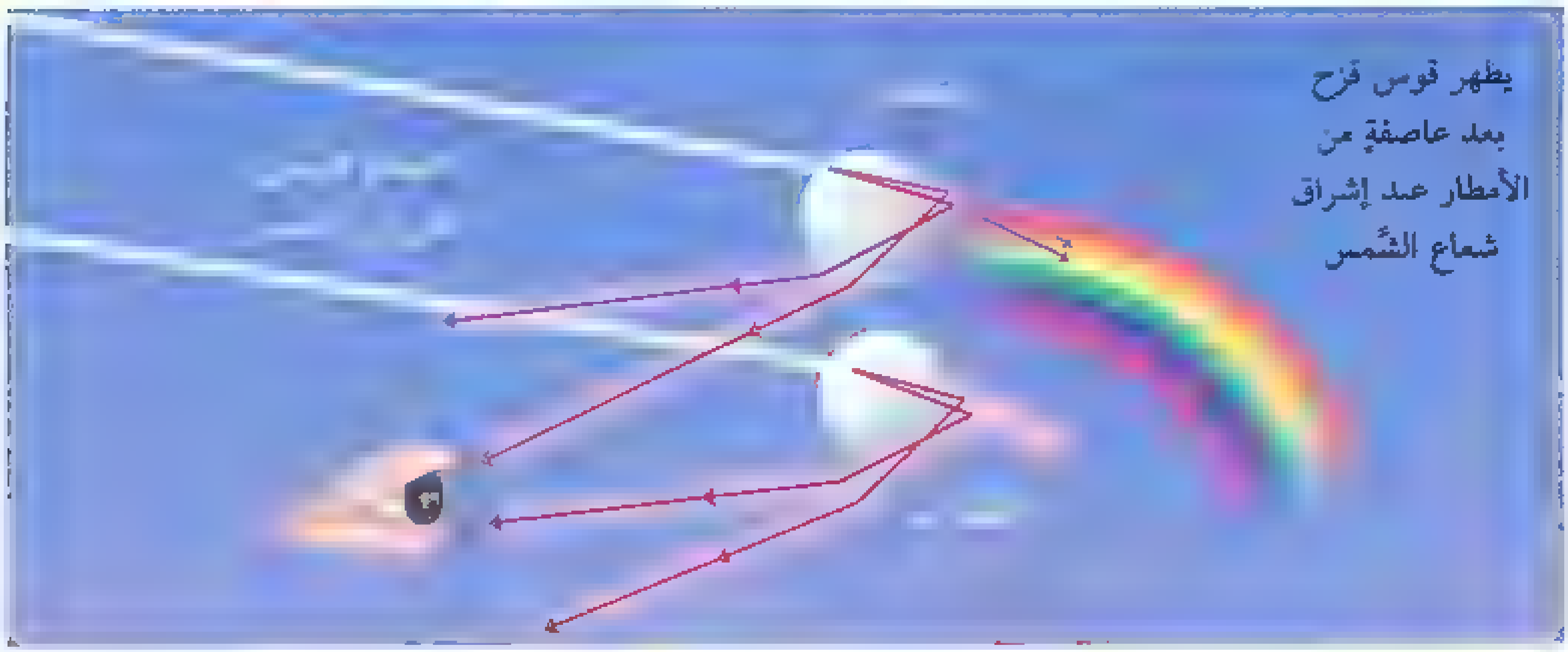
ما هو قوس قُزَح[1]؟

يمكن تعريف قوس قُزَح على أنّه مجموعةٌ من الألوان (من الأحمر في الدّاخل إلى البنفسجيَ في الخارج) تجتمع على شكل قوسٍ ويتمُّ تشكُّلها عن طريق انعكاس وانكسار (أو ثني) أشعّة الشّمس داخل قطرات المطر. وتظهر عند نزول المطر في السّماء وبوجود أشعّة الشّمس. وقوس قُزَح هو في الحقيقة ضوءٌ متعدّد الألوان ينشأ فقط في السّماء عندما تصطدم أشعّة الشّمس مع قطرات المطر المتساقطة. ويظهر قوس قُزَح على شكل قوس لأنّ قطرات المطر التي تعكس الضّوء هي نفسها منحنية السّطح. ويحدث قوس قُزَح بعد عاصفةٍ مطريّةٍ عندما تبدأ الشّمس بالتّألّق في حين لا تزال قطرات المطر تملأ الجوّ. ولرؤية قوس قُزَح بشكلٍ أفضل على المراقب أن يقف بطريقةٍ يجعل بها الشّمس خلفه والمطر المتساقط أمامه. وغالباً ما يظهر مشهد قوس قُزَح

هانس ليبرشي

Hans Lippershey

هانس ليبرشي. هو صانع العدسات والنظارات، ويعود له الفضل في اختراع التلسكوب والمنظار في عام 1608 قدّم هانس ليبرشي بعض التعديلات على العدسات، وأنتج ما يُعرف بالمجهر، وجهاز ليبرشي. والذي يُعتبر أوّل جهازٍ علميٍّ معروف يعمل بمبدأ الانكسار، وعرف أيضاً بتلسكوب الانكسار الضوئي Refracting Telescope.



(1) يحدث قوس قزح بعد عاصفة المطر او عندما تبدأ الشمس بالتألق.

ذو الألوان المتعدِّدة في الصَّباح أو عند المساء. وعند الظَّهيرة تكون الشَّمسُ مرتفعةً جداً وأشعتها عموديَّةٌ بشكلٍ لا يمكِّنها من بلوغ الزَّاوية المطلوبة لإنشاء قوس قُزَح عند اصطدامها بقطرات المطر. وهنالك أيضاً سببٌ في حدوث قوس قُزَح في كثيرٍ من الأحيان في فصل الصَّيف أكثر من حدوثه في فصل الشِّتاء.

قوس قُزَح هو حزامٌ من الألوان تتجمع على شكل قوسٍ

ففي فصل الصَّيف، تكون الأمطار عادةً محلِّيَّةً بحيث تمطر السَّماء في منطقةٍ واحدةٍ فقط، وتكون السَّماء في المناطق المحيطة بالمنطقة الممطرة صافيةً بما فيه الكفاية لظهور أشعَّة الشَّمس واختراقها المنطقة الممطرة.

وفي فصل الشِّتاء وعند هطول الأمطار تكون الغيوم أكثر كثافةً وانتشاراً بحيث تحجب الشَّمس تماماً عن المراقب.

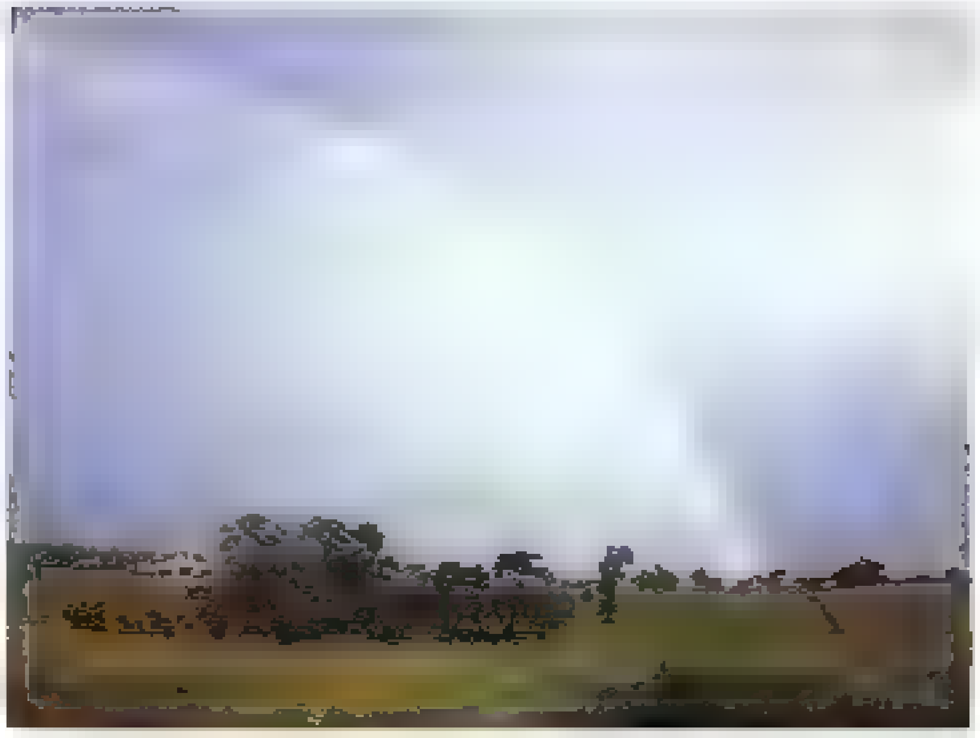
أين تكون الشَّمس حين نرى قوس قُزَح؟

إن معظم النَّاس لا يلاحظون وجود الشَّمس حينما يرون قوس قُزَح، وقد يفوتهم أنَّ مركز القوس مواجه تماماً لموقع الشَّمس، والمطر يكون أيضاً وبشكلٍ أكيدٍ باتِّجاه القوس.

ما الذي يولِّد قوس قُزَح مزدوج؟

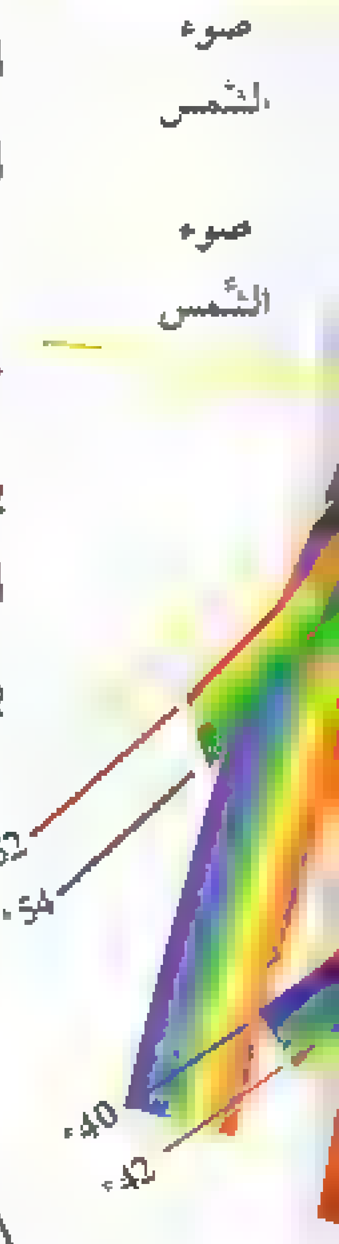
نرى أحياناً اثنين من قوس قُزَح في آنٍ واحدٍ لأنَّ شعاع الشَّمس يدخل وينعكس داخل قطرات المطر. ولكن لا تخرج كلُّ طاقةِ الأشعة من داخل قطرات المطر ولا تنعكس مرَّةً واحدةً. ويُسَمَّى قوس القُزَح الذي نراه عادة قوس القُزَح الأساسي Primary Rainbow وهو ينتج عن انعكاسٍ داخليٍّ واحدٍ، في حين ينشأ قوس القُزَح

الثانوي Secondary Rainbow من اثنين من الانعكاسات الدّاخليّة وتخرج الأشعة بانخفاض زاوية قدرها 50 درجة بدلاً من 42 درجة للّون الأحمر في القوس الأوّل. أمّا الضّوء الأزرق فيظهر في زاوية أكبر من 53 درجة. وهذا التّأثير يولّد قوس قُزَح ثانوي ذا ألوانٍ معاكسةٍ للقوس الأوّل، كما هو مبيّنٌ في الرّسم المقتبس من كتاب (علوم الكون سلسلة البصر والضّوء واللّون). إذاً فمن الممكن للضّوء أن ينعكس أكثر من مرّتين داخل قطرات المطر، ويمكن للمرء إجراء الحسابات حين يتمكّن من أن ينظر إلى قوس القُزَح الأعلى.



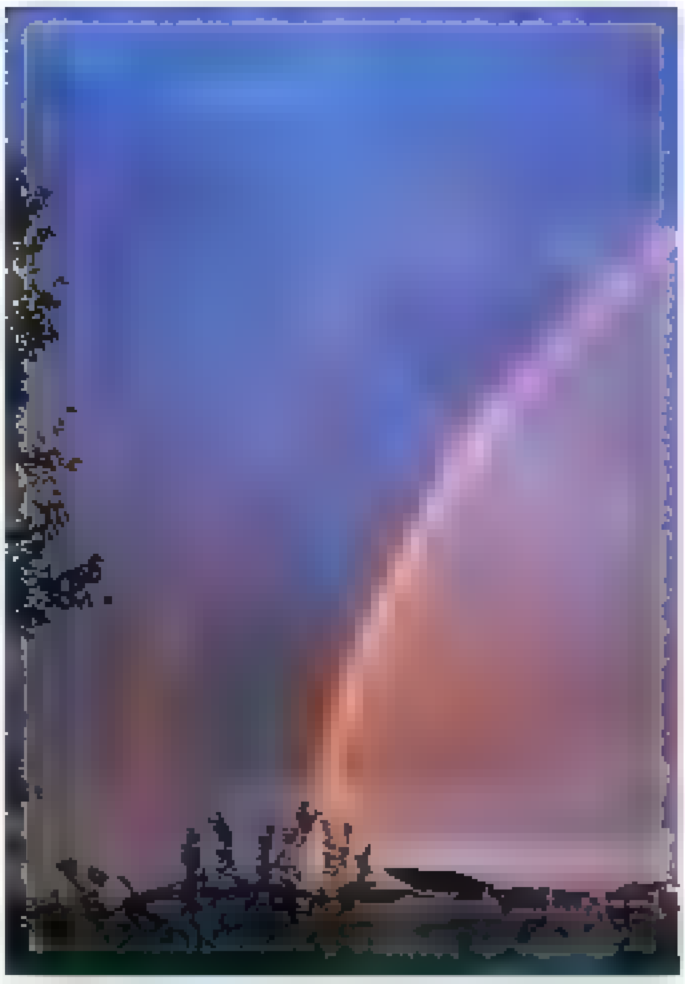
تولد أقواس الألوان في قوس قُزح بسبب عملية الانكسار الضّوئي

• أنّ أقواس قُزَح القمر هي الأقواس الضّوئيّة التي تولد عن انعكاس الضّوء من سطح القمر؟
• وأنّ أشعّة الشّمس يمكنها اختراق مياه البحر حتى عمق 80 متراً؟

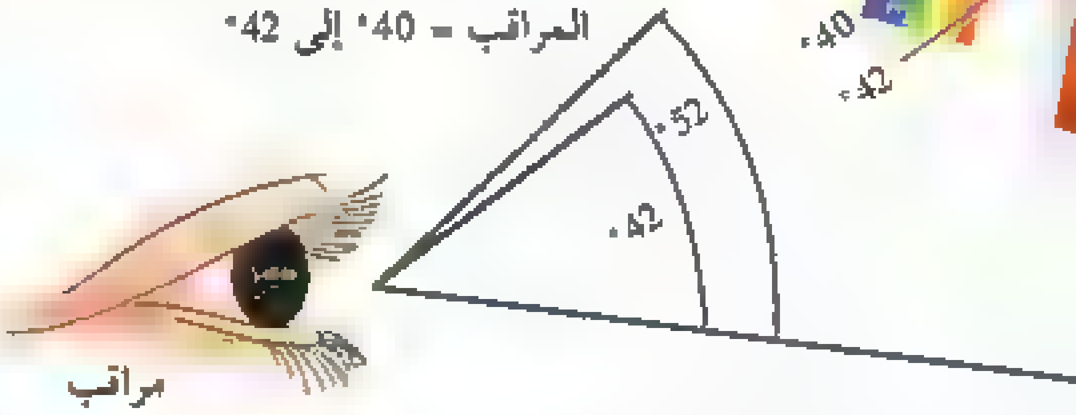


لماذا تكون السّماء أكثر إشراقاً داخل قوس قُزَح؟

يتباين إشراق الضّوء في السّماء داخل القوس وخارجه. فحينما أُجريت دراسات على انكسار أشعّة الشّمس داخل قطرات المطر وجد العلماء أنّ هناك العديد من الأشعة النّاشئة بزوايا أصغر من أشعّة قوس قُزَح، ولكن ليس هناك أي انعكاسٍ ضوئيٍّ بزوايا أكبر من القوس. وبالتّالي ينشأ عن ذلك الكثير من الإشعاع الضّوئيّ داخل القوس، والقليل جداً خارجه، لأنّ الضّوء هو مزيجٌ من كلّ ألوان قوس قُزَح وهذا المزيج هو الضّوء الأبيض.

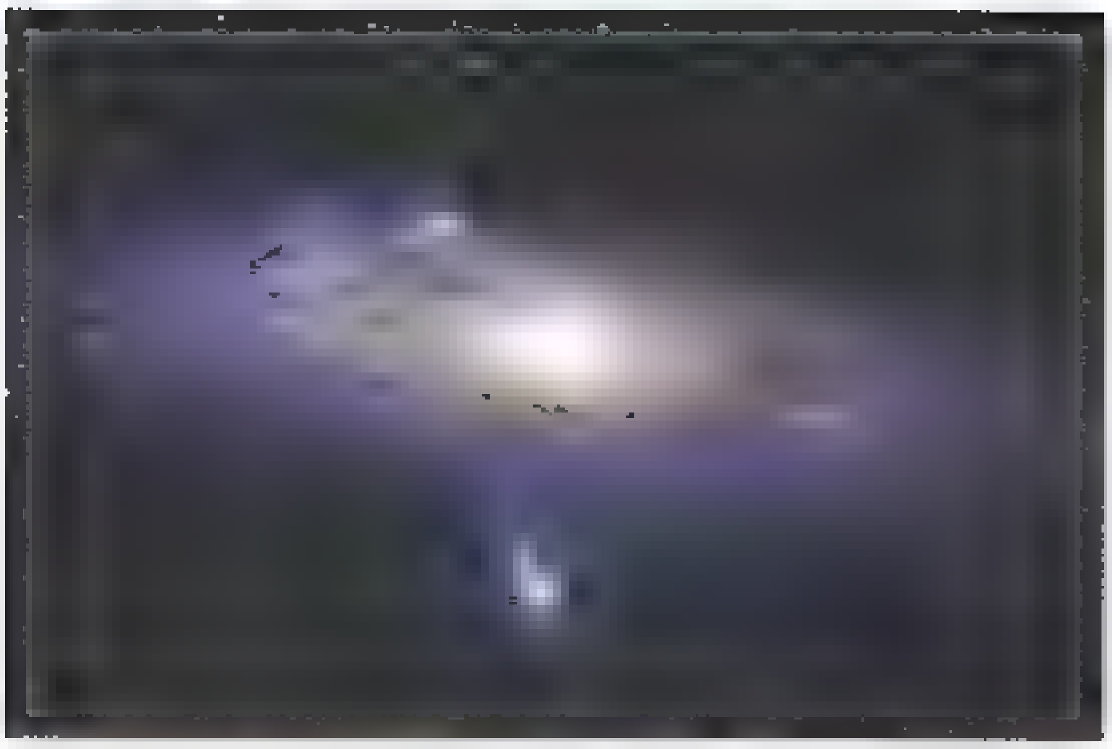


يشأ قوس القُزَح الثّانوي من اثنين من الانعكاسات داخل قطرات المطر
تبلغ زوايا النّظر للقوس الأوّل من الشّمس إلى قطرة المطر إلى عين المراقب = 40° إلى 42°



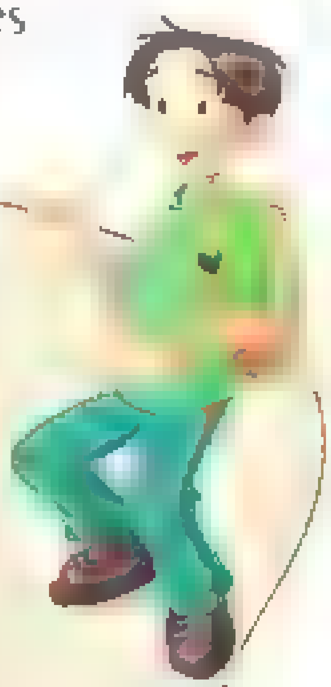
تبلغ زوايا النّظر للقوس الثّانوي: من الشّمس إلى قطرة المطر إلى عين المراقب = 52° إلى 54°
يكون قوس الألوان في القوس الثّانوي معاكساً للقوس الأول

الضَّوء والطَّاقة



الضَّوء هو الطَّريقة الطبيعية لنقل الطَّاقة عبر الفضاء

يتمُّ إنتـاج الطَّاقة من مصادر الضَّوء المجتمع على شـكل مجموعةٍ أو حِـزَمٍ صغيرةٍ، وهذه الحـزم الضَّوئيّة تُعـرف بالفوتونـات. وكانت نتيجة البحوث المتعلّقة بحقيقة الضَّوء مذهلة إذ أنّ الفوتونـات تملـك خصائـص كلّ مـن الموجـات والجزيئـات فـي آنٍ معـاً. وهـذا مـا يُسـمَّى بخاصّيّـة ازدواجيّة طبيعـة الضَّوء Properties of both waves and particles.

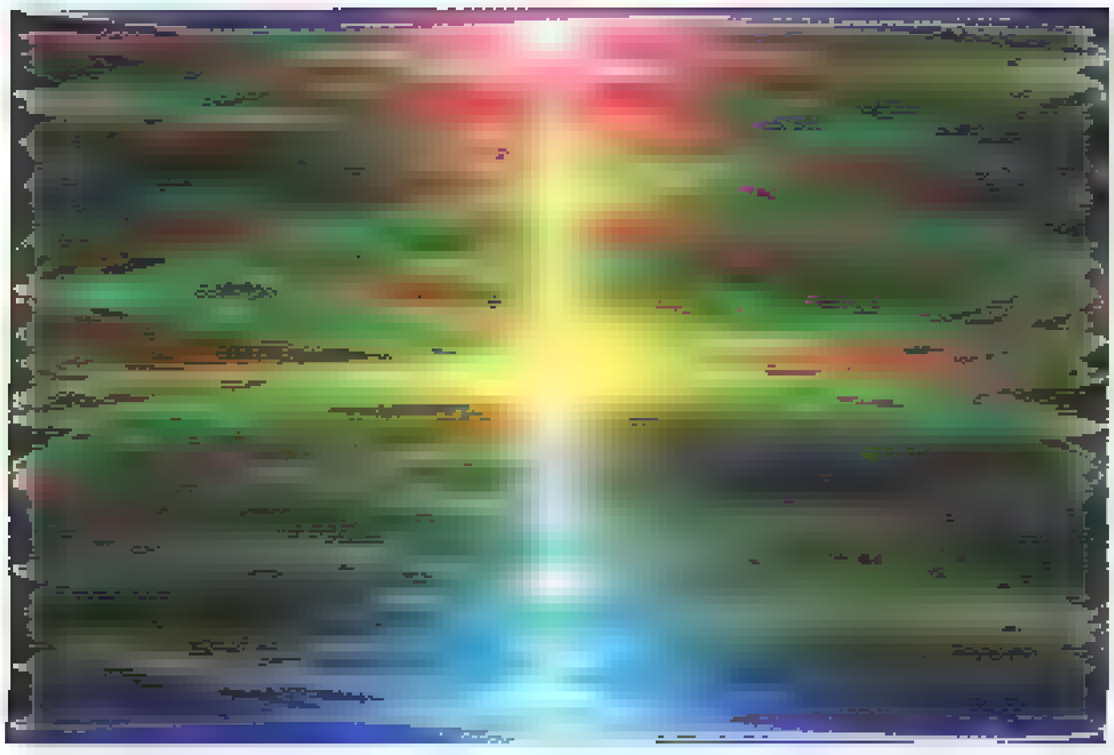


إنّ الضَّوء استثنائيٌّ بخصائصه، وهو شيءٌ تمنحنا إيّاه الطَّبيعة كلّ يوم، ولكنَّه قد لا يكون شيئاً نتوقَّف عنده كثيراً ونُفكِّر فيه أو حتى نحاول تحديد ماهيّته. دعونا نفهم بعض الأشياء عن الضَّوء، فببساطةٍ إنَّ الضَّوء هو طريقة الطَّبيعة في نقل الطَّاقة عبر الفضاء. ويُمكن أن نتحدّث عنه بشكلٍ أكثر تعقيداً من خلال الحديث عن التَّفاعـلات في المجـــالات الكهربائيّة والمغنطيسة. وميكانيكاً، ولكن يجب أن نذكر أنَّ الضَّوء هو الطَّاقة. فالضَّوء يسافر بسعةٍ عاليةٍ جدّاً ولكنَّه محدودةٌ في الفراغ.

غاليليو غاليلي

Galileo Galilei

غاليليو غاليلي: هو أحد علماء الفيزياء والفلك الإيطاليين، ولد عام 1564، وتوفي عام 1642، وهو أوّل شخصٍ استطاع إلقاء نظرة على القمر من خلال التلسكوب، وكان هذا أوّل اكتشافٍ في علم الفلك. ووجد أنَّ القمر ليس أملس السَّطح، بل هو مليءٌ بالسَّلاسل الجبليّة والحفر تماماً مثل سطح الأرض، كما كشف حركة دور ن الأرض حول الشَّمس



تحمل الأشعة الكهرومغطيسية الطَّاقة

تبلغ سرعة الضَّوء 186,282 ميلاً في الثانية الواحدة (أو ما يقرب من 300,000 كيلومتراً في الثانية)، وهي سرعةٌ مبهرةٌ! ومع ذلك، فعندما نبدأ بالحديث عن المسافات الهائلة في علم الفلك، ندرك محدوديَّة سرعة الضَّوء لتصبح جليَّةً واضحةً، ويستغرق تبادل المعلومات بواسطة أشعَّة الرَّاديو حوالى ثانيتين ونصف، فعلى سبيل المثال كالسَّفر الى القمر والعودة ثانيةً. وقد نجد أنَّه من المثير للاهتمام أن نتذكَّرعند مشاهدة روعة شروق الشَّمس أو غروبها، أنَّ الشَّمس نفسها عند لحظة الغروب قد انخفضت فعلاً تحت الأفق قبل ثماني دقائق من لحظة رؤيتنا للمغيب، إذ يستغرق الضّوء هذا الوقت الطَّويل للوصول إلى الأرض والسَّنة الضوئيَّة هي المسافة التي يقطعها الضَّوء في سنةٍ واحدةٍ بسرعةٍ 186,282 ميلاً في الثَّانية الواحدة، فتكون السَّنة الضَّوئيَّة تساوي مسافة حوالى 6 تريليون ميل.

يتمُّ امتصاص ضوء وتحويله إلى طاقةٍ في النَّباتات من خلال عمليَّة التّمثيل الضَّوئي

امتصاص الضَّوء Absorption of Light

يتمُّ امتصاص الضَّوء وتحويله إلى طاقةٍ في حالة النَّباتات، وتُعرف هذه العمليَّة باسم عمليَّة التَّمثيل الضَّوئي Photosynthesis. ومع ذلك، فإنَّ عمليَّة تحويل الضَّوء إلى طاقةٍ لا تحدث فقط عند النَّباتات. إنَّ كلَّ الأجسام الحيَّة أو غير العضويَّة قادرةٌ على امتصاص الضَّوء. وفي جميع الحالات، تعتمد هذه العمليَّة على التَّردُّد الكهرومغنطيسي للضَّوء المشعّ (أي اللَّون) وطبيعة الذَّرَّات للجسم. إذا كانت حرَة، فسوف يتمّ امتصاص الضَّوء، وإذا لم تكن كذلك سوف ينعكس الضَّوء. وفي معظم الحالات، تحدث هذه العمليات في وقتٍ واحدٍ وبدرجاتٍ متفاوتةٍ بما أنَّ الضَّوء ينتقل بتردُّداتٍ مختلفةٍ. ولذلك فإن معظم الكائنات تقوم بامتصاص الضَّوء بشكلٍ انتقائيّ وتعكس ما تبقى منه.

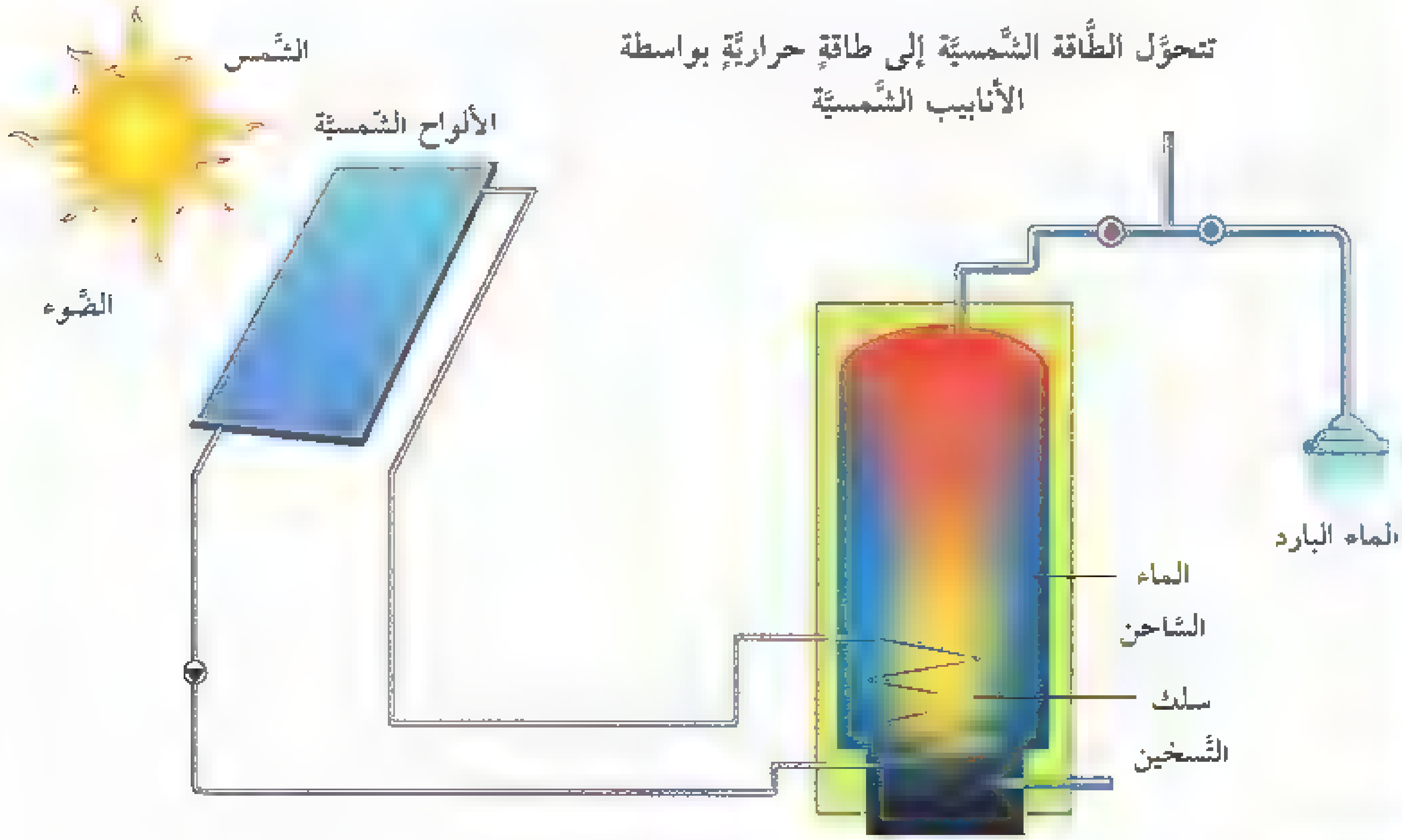
الطَّاقة الشَّمسيَّة Solar Energy

إنَّ الطَّاقة الشَّمسيَّة تأتي من استخدام أشعَّة الشَّمس كوقودٍ لتوليد الحرارة أو الكهرباء. فكلُّ ساعةٍ ترسل الشَّمس حزماً ضوئيَّةً إلى الأرض تكفي لتلبية احتياجات الطَّاقة العالميَّة لمدَّة عامٍ كاملٍ. والطَّاقة الشَّمسيَّة هي التِّكنولوجيا المستخدمة لتسخير طاقة الشَّمس وجعلها صالحةً للاستعمال. ويستخدم في أجهزة الطَّاقة الشَّمسيَّة عدسةٌ مكبِّرةٌ لتسخين الأنابيب. وبعد مرور فترةٍ زمنيَّةٍ قصيرةٍ نسبياً ترتفع درجة حرارة الماء.

• أنَّ خلايا الطَّاقة الشَّمسيَّة تستخدم في المركبات الفضائيَّة والأسقف والآلات الحاسبة؟

إنَّ الألواح الشَّمسيَّة الحديثة هي مزيجٌ من العدسات المكبِّرة وأنابيب السَّوائل. والألواح الشَّمسيَّة لها واجهةٌ من الزُّجاج صنعت خصِّيصاً لتركيز طاقة الشَّمس على الأنابيب الموجودة خلفها. وهذه الأنابيب تحمل السَّوائل الخاصَّة التي تقوم بالتَّسخين بسرعةٍ. ويتمُّ طلاؤها باللَّون الأسود لامتصاص أكبر قدرٍ من حرارة الشَّمس. وعلى سطحٍ فضيٍّ عاكس خلف الأنابيب يحصل انعكاس ضوء الشَّمس مرَّةً أخرى، وكذلك تسخين الأنابيب والسَّوائل التي تحتوي عليها. والسَّطح العاكس يحمي أيضاً أي شيءٍ موجود خلف لوحة الطَّاقة الشَّمسيَّة (مثل السَّقف). ثمَّ يتمُّ استخدام الحرارة النَّاتجة في الأنابيب لتسخين خزَّان المياه. وهذا يُوفِّر استخدام الكهرباء أو الغاز لتسخين خزّان المياه.

تتحوَّل الطَّاقة الشَّمسيَّة إلى طاقةٍ حراريَّةٍ بواسطة الأنابيب الشَّمسيَّة



ما هو علم البصريّات؟

كاميرا رقمية

البصريات Optics هو علم الضّوء. ويُعتبر علم البصريّات فرعٌ من فروع الفيزياء وهو يصف سلوك الضّوء وكيفيّة تفاعله مع المادة. إنّنا نعتمد على البصريّات كلَّ يوم. فالكاميرا الرّقميّة، والفأرة اللاّسلكيّة، وحتى القرص المدمج البلوري لفيلمك المفضل لديك كلّها تقنيات ناتجة عن علم البصريّات.

إنّ القوّة والخصائص المميّزة للضّوء تمكننا من استكشاف الكون، ومُراقبة البيئة، وكشف الجرائم أيضاً.

ومن خلال معرفتهم بكيفية تصرف الضّوء في الظُروف المختلفة، ابتكر العلماء والمهندسون تقنيّات تجعل العالم أفضل. وأقواس قُزَح، وغروب الشّمس والهالات؛ كلّها عروضٌ رائعةٌ من الألوان والتّشكيلات في السّماء تُسَمّى البصريّات في الغلاف الجوّيّ.

أسطوانة بلو راي

فمثلاً حين يدخل ضوء الشّمس (أو ضوء القمر) الغلاف الجوّيّ للأرض فيتمُّ امتصاصه، أو ينعكس، أو يتناثر، أو ينكسر، أو يحيد بواسطة الجسيمات في الغلاف الجوّيّ أو من خلال جزيئات الهواء. وهذه العمليّات، منفردة كانت أو مجتمعة، هي المسؤولة عن انتاج معظم التّأثيرات البصريّة. وهذه الصّيغة تُحقّق هذه التّفاعلات والتّنسيق ما بين الجسيمات الضّوئيّة ومجموعةٍ متنوعةٍ من التأثيرات البصريّة التي تنتجها. وقد قُسّمَت مجموعة البصريات والضّوء على الشكل التالي:

- **الآليات** Mechanisms: إنّ تفاعلات جسيمات جزيئات الضّوء هي المسؤولة عن خلق التّأثيرات البصريّة. وتشمل هذه التّفاعلات: الانعكاس، والتّناثر، والانكسار، والحيود.

فأرة حاسوب لاسلكيّة

والهواء، والغبار، والضّباب Air, Dust, Haze: الآثار البصريّة النّاتجة عن تفاعل الضّوء مع الهواء والغُبار وجزيئات الضّباب. وتشمل هذه الآثار: أشعة الشّفق Crepuscular Rays، السّماء الزّرقاء، والضّباب الأزرق، وغروب الشّمس.

• **بلـورات الجليـد Ice Crystals**: الآثـار البصريَّـة النَّاتجة عن تفاعل الضَّوء مع بلُورات الثَّلج. وتشمل هـذه الآثار: ظواهـر السَّـاندوغ Sundogs، وأعمدة الشَّمس sun pillars والهالات الشَّمسية Halos.

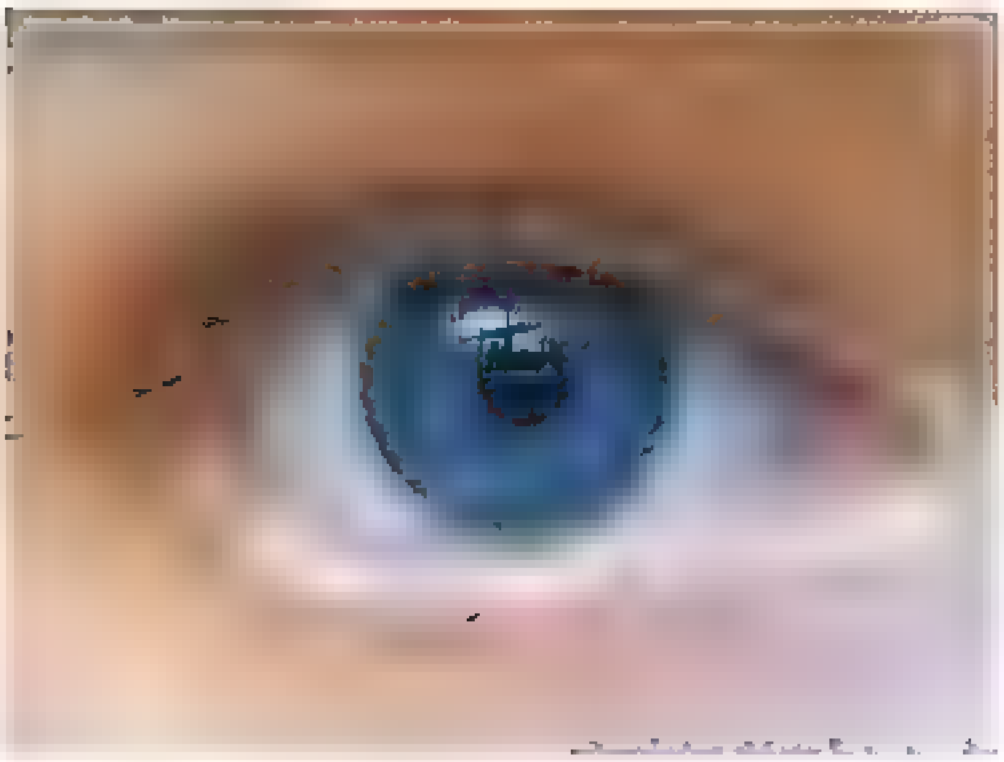
ينتج عن جزيئات الهواء والغبار والضّباب معاً أشعّة الشّفق

• **قطـرات المـاء Water Droplets**: التأثيـرات البصريَّـة النَّاتجـة عـن تفاعـل الضَّـوء مـع قطرات الماء. وتشمل هذه الآثار: التَّقزُّح اللَّوني للسَّحاب Cloud Iridescence، وأقـواس قُـزَح، والبطانـة الفضِّيَّـة Silver Lining على طول طرف الغيوم، ويعتمـد نوع التأثيـر البصري على نـوع الجزيئات الضَّوئيَّة وعلـى الطَـول الموجـي للضَّـوء، ولهذا السَّـبب، تمَّ تجميـع التَّأثيرات البصريَّـة التي تمت مناقشـتها في هذه الوحدة وفقـاً للتَّصنيفات التَّالية من الجسيمات في الغلاف الجوي: الهواء، والغبار، والضَّباب، وبلورات الثَّلج، وقطرات الماء.

بلورات الثَّلج

ما هو الخداع البصريّ؟

يمكن للخداع البصري Optical Illusions استخدام اللَّون والضَّوء والأنماط الهندسيَّة لخلق الصُّور التـي يمكن أن تكـون خادعةً أو مضلِّلـةً لأدمغتنا. وتتـمُّ معالجـة المعلومات التـي تجمعها العين من قبـل الدِّمـاغ، ويخلق هـذا الخداع تصوُّراً هو في واقـع الأمر لا يتطابق مع الصُّورة الحقيقيَّة. ويقوم الإدراك بتفسـير ما نراه في خـلال عيوننا. فيحدث الخداع البصريّ بسبب قيام دماغنا بمحاولة تفسير ما نـراه ليُعطي معنـى للعالم من حولنـا. والخداع البصريّ ببساطة هو خداع أدمغتنا في رؤية الأشياء التي قد تكون أو لا تكون حقيقيَّة.



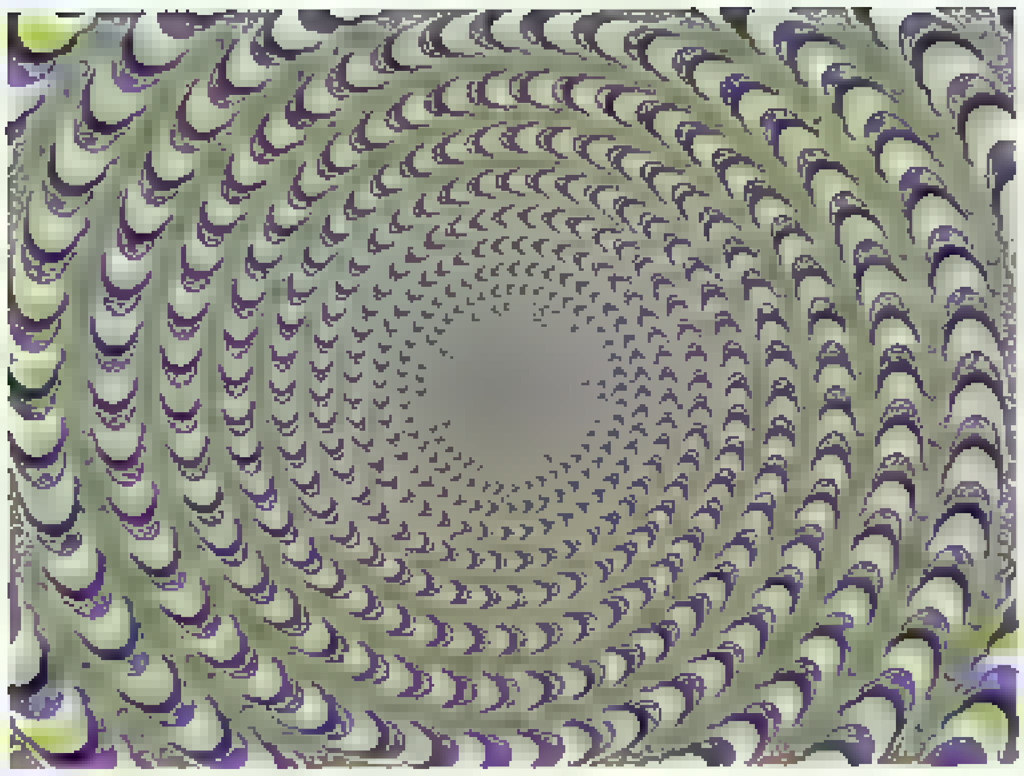
العين البشريَّة

وعندما لا يصدق دماغك ما تراه عينيك: انظر إلى الخداع البصري وسوف تظنّ أنّك ترى أشياء ـ مثل خطٌّ منحني وهو في الواقع مستقيمٌ، أو جسمٌ متحرّكٌ وهو حقيقة لا يتحرّك، سوف تتساءل إذا كانت عينيك تخدعك.

إنّها ليست عينيك، فالخداع البصري هو دليلٌ على أنّك لا ترى دائماً ما تعتقد أنّك تراه، بسبب طريقة عمل الدّماغ والجهاز البصري بأكمله وكيف يُدرك ويفسر الصُّورة. ويحدث الخداع البصريّ نظراً لخصائص المناطق البصريّة من الدّماغ وكيفيّة تلقّيه ومعالجته للمعلومات. وبعبارةٍ أخرى: إنَّ إدراكنا للخداع البصريّ له علاقةٌ بكيفيّةٌ عمل الدّماغ بشكلٍ أكبر مما له علاقة برؤية العين.

يساعد علماء البصريّات والمهندسين والفنّيين على تحسين عالمنا كلّ يومٍ. إنّهم يعملون في مختبرات إجراء التّجارب بليزر يعمل بالطّاقة العالية، ويكتشفون طرقاً جديدةً ومثيرةً للاستفادة من تصميم الطّبيعة لتحسين المنتجات الحاليّة، ويستخدمون أجهزة الاستشعار بالأشعة تحت الحمراء لتحسين البيئة وكثيرٍ من الأشياء الأخرى الرّائعة.

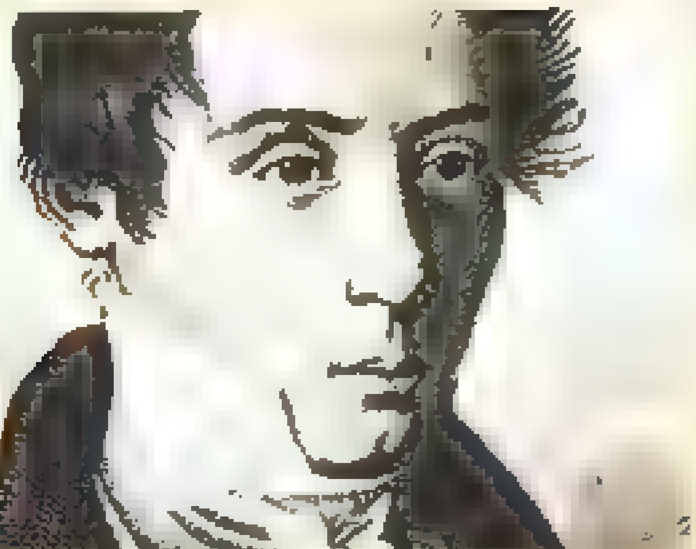
مثال: إنَّ خير مثالٍ على الخداع البصري ـ وهو يحدث فعلاً داخل العين ـ هو العوّامات Floaters. والعوّامات هي بقعٌ صغيرةٌ، بقعٌ مظلّلة الأشكال تطفو على ما يبدو في مجال الرّؤية. أمّا بالنّسبة للبعض فإنّها تبدو وكأنّها كرّات ثلجٍ أبيض ناصع أو وَمَضات من


خداع بصري

أوغسطين جان فريسنل

Augustin-Jean Fresnel

أوغسطين جان فريسنل. مهندسٌ وفيزيائيٌّ فرنسيٌّ. وهو من مؤسّسي النّظريّة الموجيّة للضّوء وكان أفضل من عُرِف باختراع العدسات، اعتمدت عدساته لأوّل مرّة في المنارات البحريّة بينما كان مفوّضاً في لجنة المنارات في فرنسا، وقد ظلّت العديد من التّطبيقات التي وضعها تُستخدم حتى اليوم



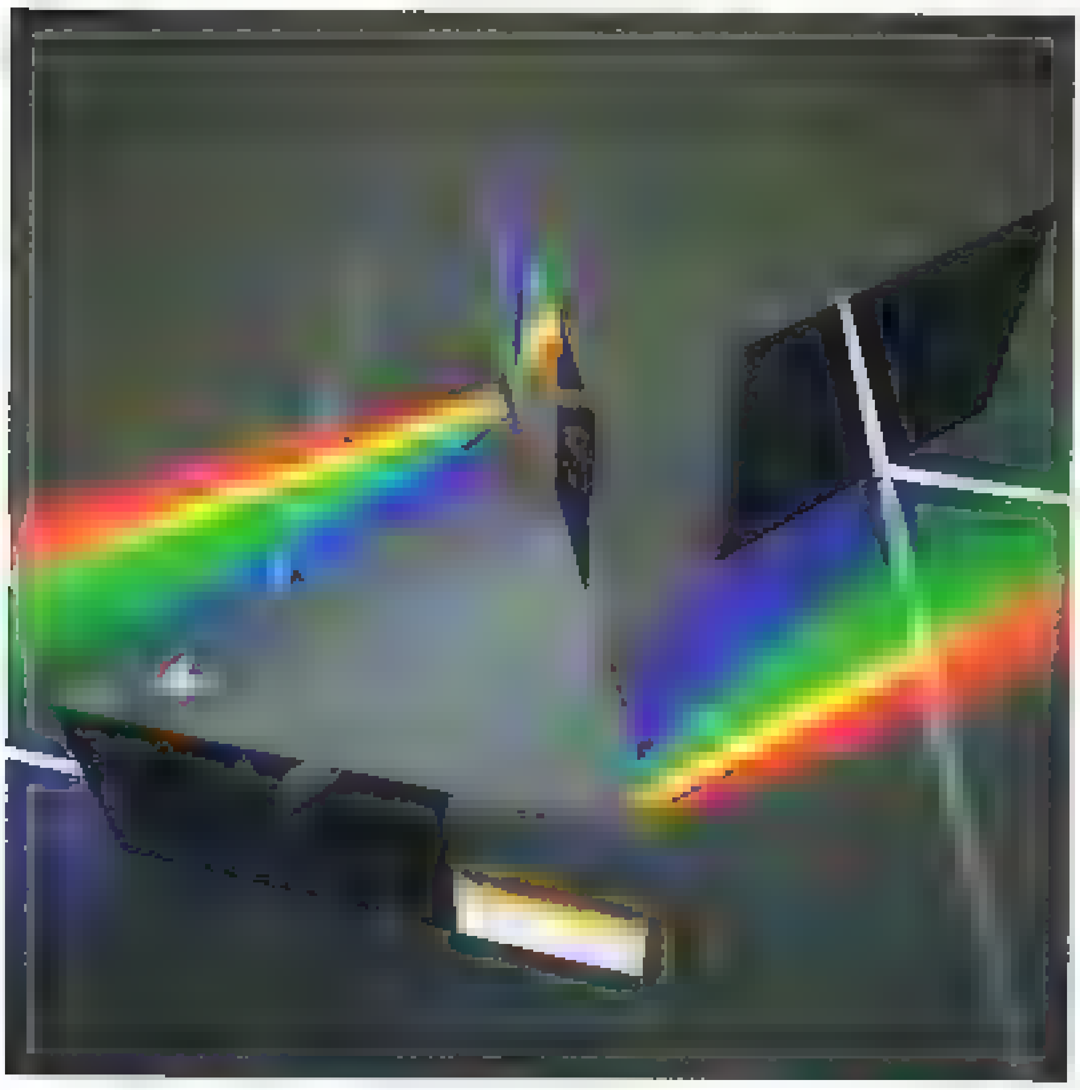
الضَّـوء. وسـبب العوّامـات هو وجود شـذوذٍ صغيرةٍ في السّـائل الذي يمـلأ العيـن. وبعبـارةٍ أخرى، إنّهـا حقيقيّةٌ. وهي تصبح أكثر شـيوعاً عندما تزداد قدماً.

- أنّ المنشور في علم البصريّات عنصر بصري شفّاف ذو سطوح مصقولة لكسر الضّوء؟
- وأنّ المنشور يمتلك نفس المقطع العرضي على طول امتداده

بصريّات المنشور Optics of Prisms

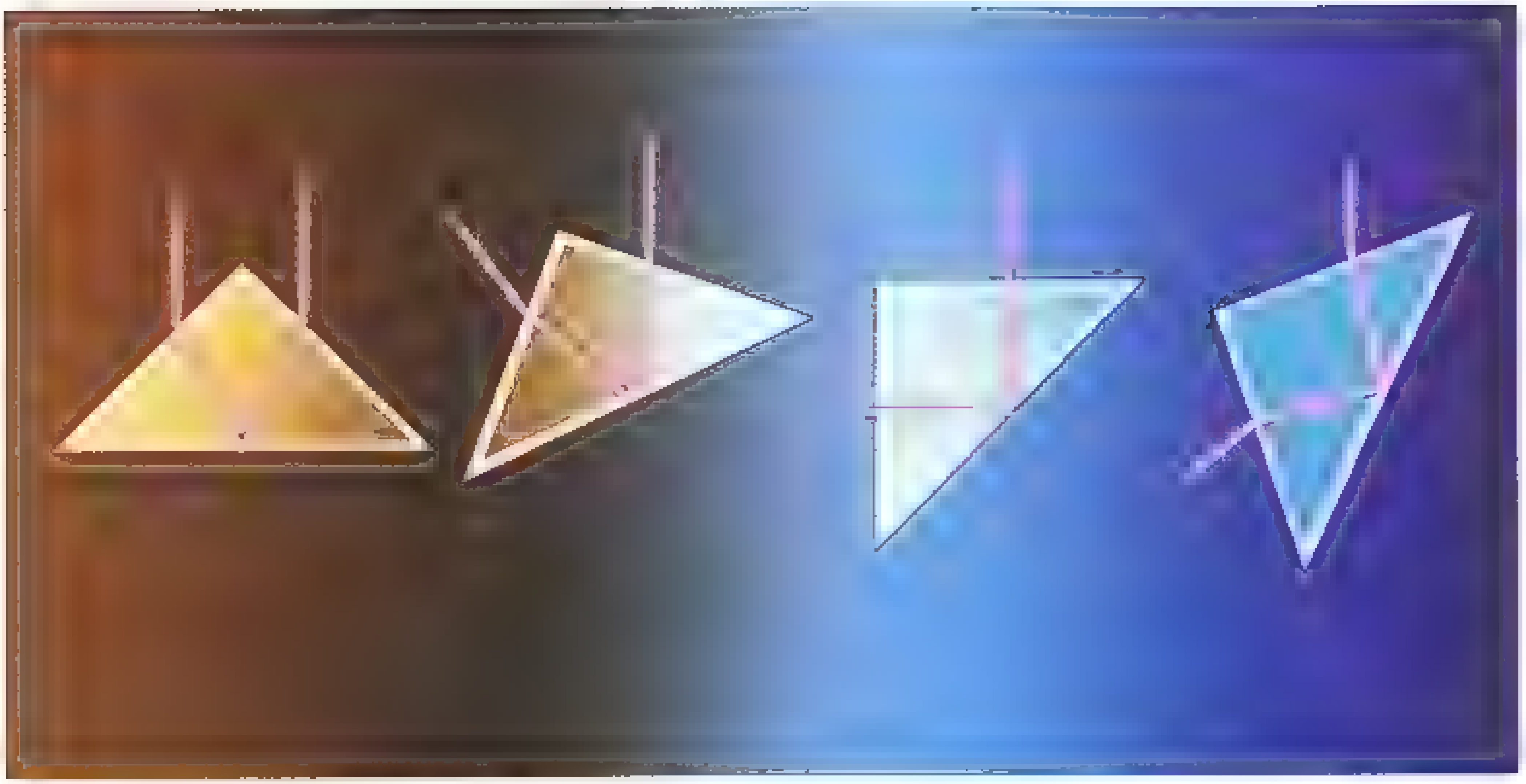
يعتقـد كثيرٌ من النّـاس أنّ التّأثيـر البصريّ الرّئيس للمنشـور هو تفريـق الضّـوء الأبيض إلى الأجزاء المكوّنـة له، لأنّ هذا هو ما كان إسحاق نيوتن يقوم به. ولكن تشتّت الضّوء في المنشور هو في الحقيقـة تأثيرٌ صغيرٌ جداً، وهو ليـس التّأثيرالبصريّ الرّئيس للمنشـور، وبشـكلٍ أصحّ، يجـب علينـا أن ننظر إلـى التّأثيرات الجانبيّة الأخرى.

إنّ التّأثيـر الرّئيس للمنشور هـو حـرف شـعاع الضّـوء. ولكـن وبسـبب التّشـتُّت عنـد الانكسـار فـي المـواد الشّـفّافة، فـإنّ الانحـراف يكـون طفيفـاً مـا بين مختلـف الألوان. وهـذا الاختـلاف الطّفيف فـي الانحـراف ـ واحـدٌ فقـط أو اثنيـن فـي المئـة ـ يولّـد عمليّـة التّشـتُّت فـي المنشـور. والمنشـور Prism: هـو رمزٌ هندسـيٌّ مُصَمَّـمٌ بجوانبٍ منبسـطةٍ، يحتوي على قواعـد مُضلّعة متسـاوية، موجّهة بشـكلٍ مماثلٍ نحو مسـطّحاتٍ متوازيةٍ. وتُعرف هذه المسطّحات على أنّها متماثلـة الجوانـب أضلاعهـا متقاطعـةٌ بخطـوط جميعهـا متوازيـةٌ، والوجـوه الجانبيّة للمنشـور كلّها متوازية الأضلاع. ويصنّف المنشـور بحسب شكل قواعده، فلدينـا الثّلاثـي الأضـلاع، والمسـتطيل، والسُّداسيّ، وأشكالٌ أخرى من المنشور. والنّوع الذي استخدمه نيوتن في اختباراته هـو الثّلاثـيُّ الأضـلاع، وغالبـاً مـا تكون الوجوه الجانبيّة قصيرةً.



المنشور صُنِع بهدف تشتيت الضّوء

وفـي علـم البصريّـات، يصنـع المنشـور المخصّـص للاسـتخدام في عمليّة تشـتيت الضّـوء علـى شـكـل مثلـثٍ متسـاوي



المنشور المثير للاهتمام هو ذلك الذي يُحَرِّف الضَّوء بواسطة الانكسار

الأضلاع، بحيث تكون الزَّوايا المتاخمة للقواعد يساوي كلٌّ منها 60 درجة. ومع ذلك يستخدم عادةً المنشور لإعادة توجيه الضَّوء باستخدام الانعكاس الدَّاخليّ، وغالباً ما يكون مثلثاً صحيحاً ذا قواعد متساوية السَّاقين مع زوايا 45 درجة 90- درجة 45- درجة. ومع تطوُّر التّقنيّات البصريّة اكتشف صانعو العدسات واستخدموا قطعاً من الزُّجاج أكثر تعقيداً ذوات مداخل ومخارج ضوئيّة ووجوه انعكاس وانكسار، ولكنَّها لا تعتبر منشوراً بالمعنى الهندسيّ بل أشكالٌ متعدِّدةُ السُّطوح معقَّدةٌ، مع زوايا غير ذات استخدام أو ملتويةٌ لتخفيض الوزن.

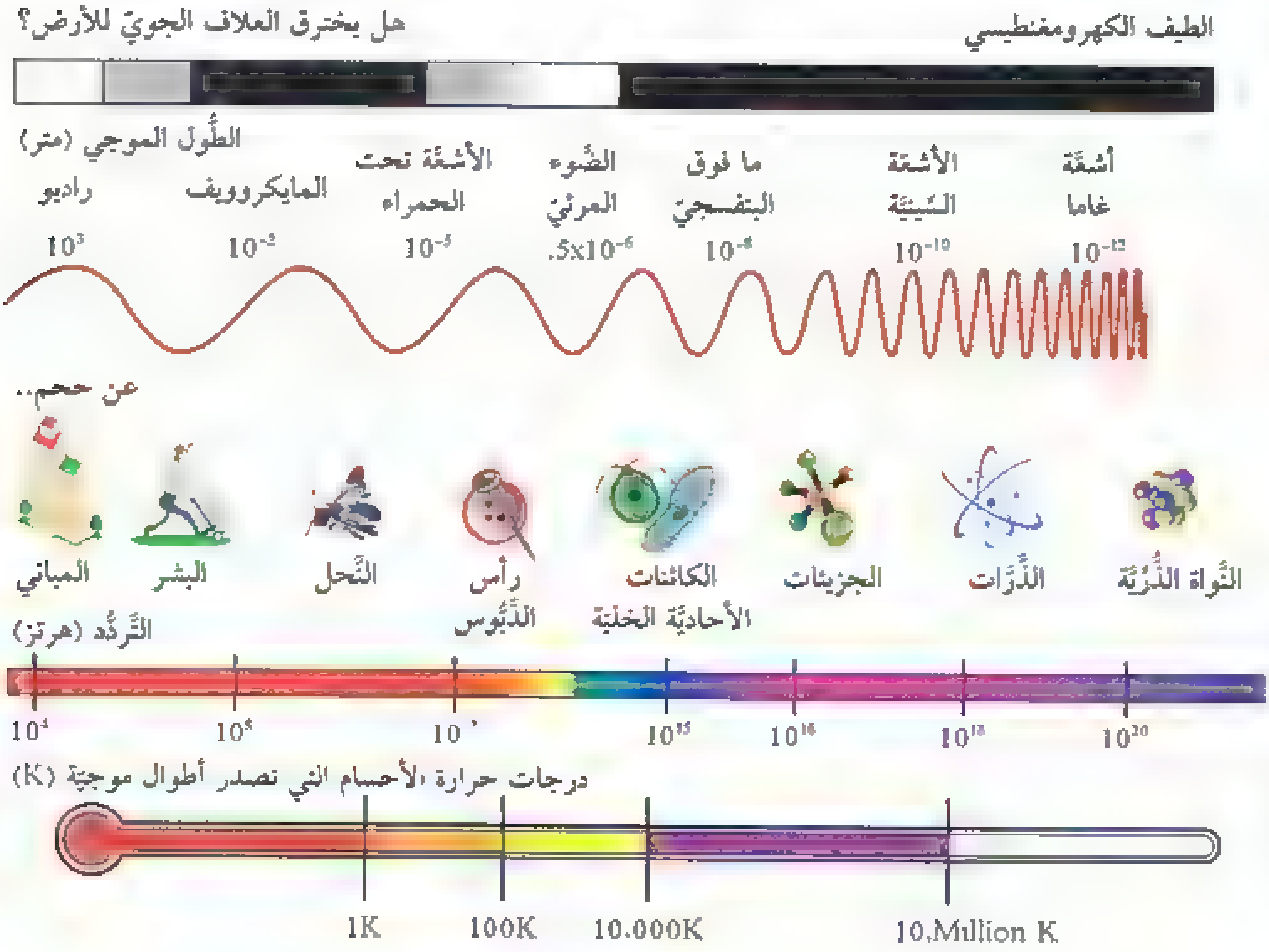
ومع ذلك، فإنَّ المنشور الذي يُحظى باهتمامٍ أكبر هو ذلك الذي يُحَرِّف الضَّوء بواسطة الانكسار وليس الانعكاس، ألا وهو الثُّلاثي الأضلاع، فإنَّ المنشور الذي يُستخدم أحياناً لتشتيت الضَّوء يملك وجهين متجاورين مصقولين؛ وغالباً ما يترك الوجه الثَّالث والقواعد غير ملساء، ويمكن أن يكون باللَّون الأسود لامتصاص الانعكاسات غير المرغوب بها. وتُسَمَّى الزَّاوية الموجودة بين الوجوه المطليّة زاوية الانكسار. وإذا كان المنشور يستخدم لتشتيت الضَّوء تكون زاوية الانكسار عادة حوالى 60 درجة.

- أن منشور نيكول Nicol Prism هو نوعٌ حاصٌّ من المنشور مصنوعٌ من مادَّة الكالسيت؟
- وأنَّ منشور نيكول يُستخدم لاستقطاب الضَّوء؟

الضَّوء المرئيّ

تستطيع عيوننا رؤية جزءٍ صغيرٍ جداً فقط من الطَّيف الكهرومغنطيسيّ، يُسَمَّى الضَّوء المرئيّ. وهذا يعني أنَّ هناك قدراً كبيراً يتحرَّك من حولنا لا يمكننا إدراكه ببسـاطة، ما لم نحصل على الأدوات للكشـف عنه. وتصدر الموجات الضَّوئيَّة عن أيِّ شـيءٍ ساخنٍ بما فيه الكفاية لكي يتوهَّج. وهذه هي الطَّريقة التي تعمل بواسـطتها المصابيح الكهربائيَّة، فالتَّيَّار الكهربائيّ يُسَخِّن سـلك المصباح لترتفع درجة حرارته إلى حوالى 3000 درجةٍ مئويَّةٍ، فيضيء ليعطي توهُّجاً أبيض سـاخناً. وهناك أنواعٌ مختلفةٌ من الإشـعاعات الكهرومغنطيسـيَّة، وإذا أردنا أن نعدِّد الإشـعاعات الكهرومغنطيسيَّة ونضعها في قائمةٍ على شكل رسم بيانيٍّ بحسب ازدياد التَّردُّد أو نقسم الإشعاعات الكهرومغنطيسيَّة على أساس الطُّول الموجيّ، فإنَّنا سوف نحصل على طيفٍ من الإشعاعات يطلق عليه اسم الطَّيف الكهرومغنطيسيّ Electromagnetic Spectrum.

في الإشـعاعات الكهرومغناطيسـيَّة أنـواعٌ مختلفةٌ من الأشـعَّة، مثل المايكروويف، والأشـعة تحت الحمراء، والضَّوء المرئيّ، والأشـعة السِّـينيَّة، وأشـعَّة غاما، والأشعة ما فوق البنفسجيَّة



وغيرها. وأشعّة الضّوء المرئيّ هي جزءٌ من الطّيف الكهرومغنطيسيّ له طولٌ موجيٌّ خاصٌّ ونطاق تردُّد محدّد. وفي هذا القسم سوف نتعلم المزيد عن الضّوء المرئيّ.

إنَّ حرارة سطح الشّمس تبلغ حوالى 5600 درجة مئويّة، وهي تعطي قدراً كبيراً من الضّوء. والضّوء المرئيُّ الأكثر شهرة هوَ الأحمر، والبرتقاليّ، والأصفر، والأخضر، والأزرق، والنّيلي، والبنفسجي. وهنالك أيضاً ضوءٌ أكثر احمراراً وهو الضّوء الأرجوانيّ. وجميع أنواع الضّوء، من الأكثر أرجوانيّة إلى الأكثر حمرة مذكورة أدناه. وكلُّ هذه الأنواع من الضّوء معاً تُسمّى الطّيف الكهرومغنطيسيّ.

ألبرت أينشتاين

Augustin-Jean Fresnel

ألبرت أينشتاين: عالمٌ فيزيائيٌّ أميركيٌّ ولد في ألمانيا عام 1879، وعرف بشكلٍ كبيرٍ بعد وضع «نظرية النّسبيّة الخاصّة Special Theory of Relativity» علم 1916 والتي تنص على اعتراف آينشتاين المدهش أنّ الضّوء يُسافر دائماً بسرعةٍ ثابتةٍ، بغضّ النّظر عن مدى السُّرعة التي تسير بها عند قياسه، وحاز على جائزة نوبل سنة 1921، وتوفي عام 1927.

أشعّة غاما Gamma Rays

هو الضّوء الأعلى طاقةً والأكثر أرجوانيّةً من جميع أنواع الضّوء. وأشعّة غاما

أشعة غاماهي الضّوء الأعلى طاقة

القادمة من الفضاء تمرُّ من خلال الغلاف الجويّ وصولاً إلى حوالى 30-40 كلم فوق سطح الأرض، لذلك لا بدّ من التقاطها من الفضاء. يوجد تلسكوب أشعة غاما واحدٌ فقط مستخدمٌ حالياً هو مرصد كومبتون غاما راي (CGRO)، وهو تابعٌ لوكالة الفضاء الأمريكيّة ناسا.

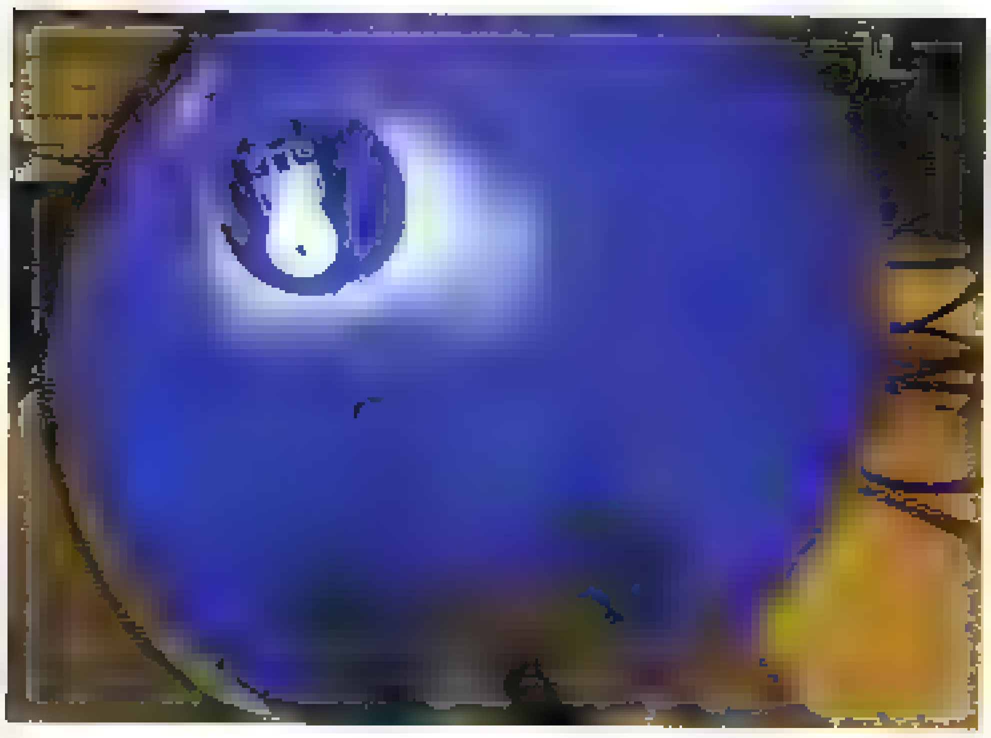
الأشعة ما فوق البنفسجيّة

الأشعة السِّينيَّة X-Rays

تشتهر الأشعّة السّينيّة بسبب استخدامها بشكلٍ واسعٍ من قِبَل الأطبّاء أو أطبّاء الأسنان. والأشعّة السّينيّة القادمة من الفضاء تمرُّ من خلال الغلاف الجوّيّ وصولاً إلى حوالى 50-60 كلم فوق سطح الأرض، لذلك فهي طول موجي آخر يمكن التقاطه بواسطة الأقمار الصّناعية. و(روسات): هو قمرٌ صناعيٌ يرى بالأشعّة السّينيّة، وقد أطلقته وكالة الفضاء الأوروبيّة. ومُرفق الفيزياء الفلكيّة المتطوّر بالأشعّة السّينيّة (AXAF) وهي الأقمار الصّناعيّة التي قامت (ناسا) بإطلاقها في عام 1998.

الأشعّة فوق البنفسجيّة Ultraviolet

تُسَمّى الأشعّة فوق البنفسجيّة أيضاً أشعة يو في UV، وتقع في الطَّيف الكهرومغنطيسيّ فوق اللّون الأرجوانيّ المرئيّ. وهي التي تجعلك تحترق عند البقاء في الشّمس لفترةٍ طويلةٍ جداً. وبما أنّ الطُّول الموجي للأشعة فوق البنفسجيّة يقارب حجم الجزيئات، فإنّها حين تصطدم بجزءٍ ما تكسره. وعندما تكسر الكثير من الجزيئات الجلديّة فإنّ ذلك يضرُّ ببشرتك. إنّ ضوء الأشعّة فوق البنفسجيّة القادمة من


الضوء فوق البنفسجي

- أنّ الضّوء المرئيّ هو موجات الضّوء التي يمكننا أن نميّزها بأعيننا فقط؟
- وأنّ المخاريط في عيوننا هي مستقبِلات Receivers لموجات الضّوء المرئيّ الصّغيرة؟

الفضاء لا تخترق الغلاف الجوّي كثيراً، ولحسن الحظّ تصل فقط إلى حوالي 130 كلم فوق سطح الأرض.

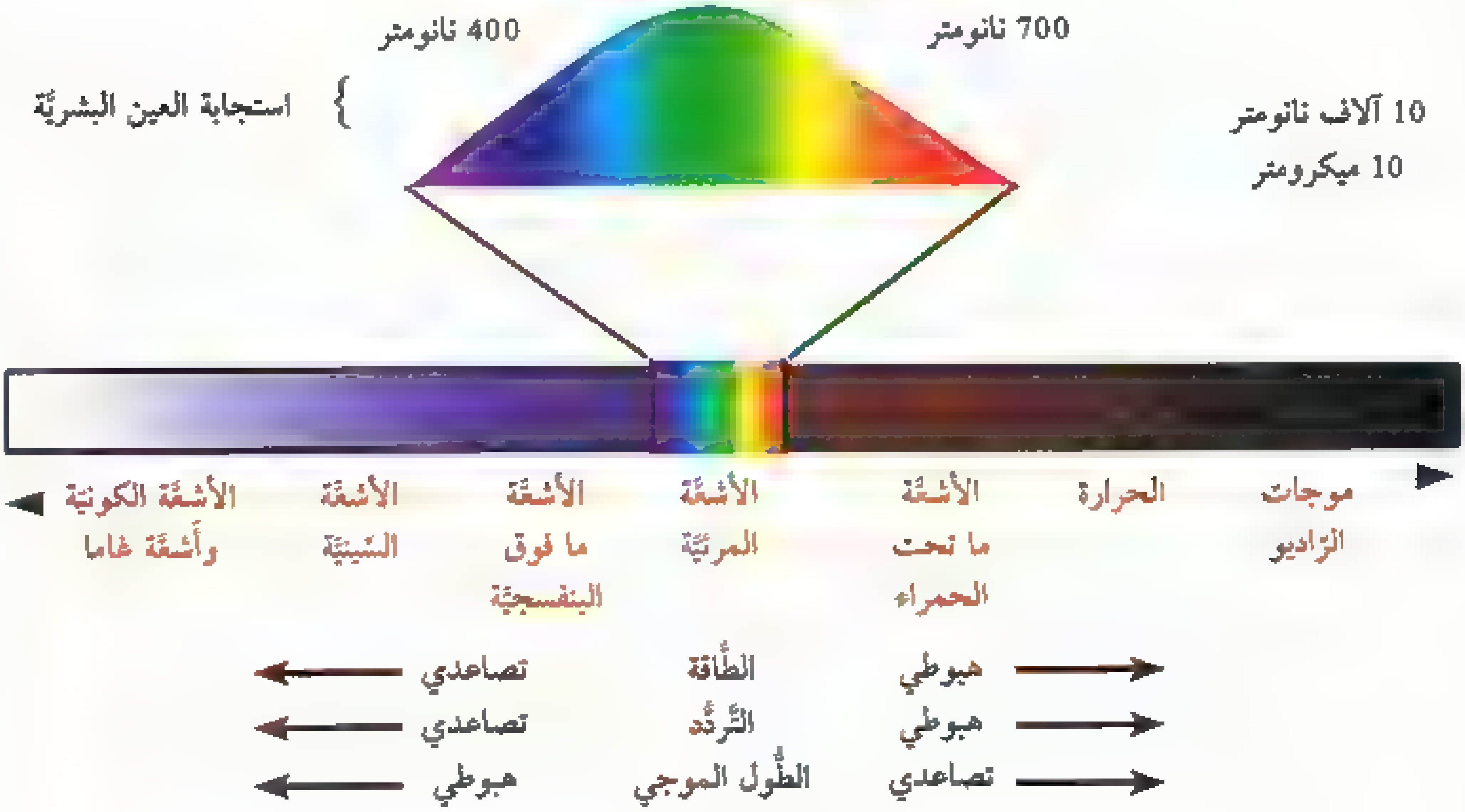
إنَّ طبقة الأوزون تحمينا من الكثير من الأشعّة فوق البنفسجيّة القادمة من الشمس. والأشعّة فوق البنفسجيّة أيضاً يمكن التقاطها من الفضاء، ويقوم بهذه المهمّة تلسكوب التّصوير بالأشعّة فوق البنفسجيّة (يو آي تي UIT) الذي يطير على متن مكوك الفضاء. ويرى تلسكوب الفضاء هابل (HST) بعض الأشعّة فوق البنفسجيّة، وكذلك هنالك تلسكوبات أخرى تعمل بالأشعّة ما فوق البنفسجيّة.

- أن الضوء المرئيَ هو موجات الضوء التي يمكن أن نميّزها بأعيننا فقط؟
- وأنّ موجات الأشعة تحت الحمراء تقع خارج نطاق قدرتنا على الرؤية؟

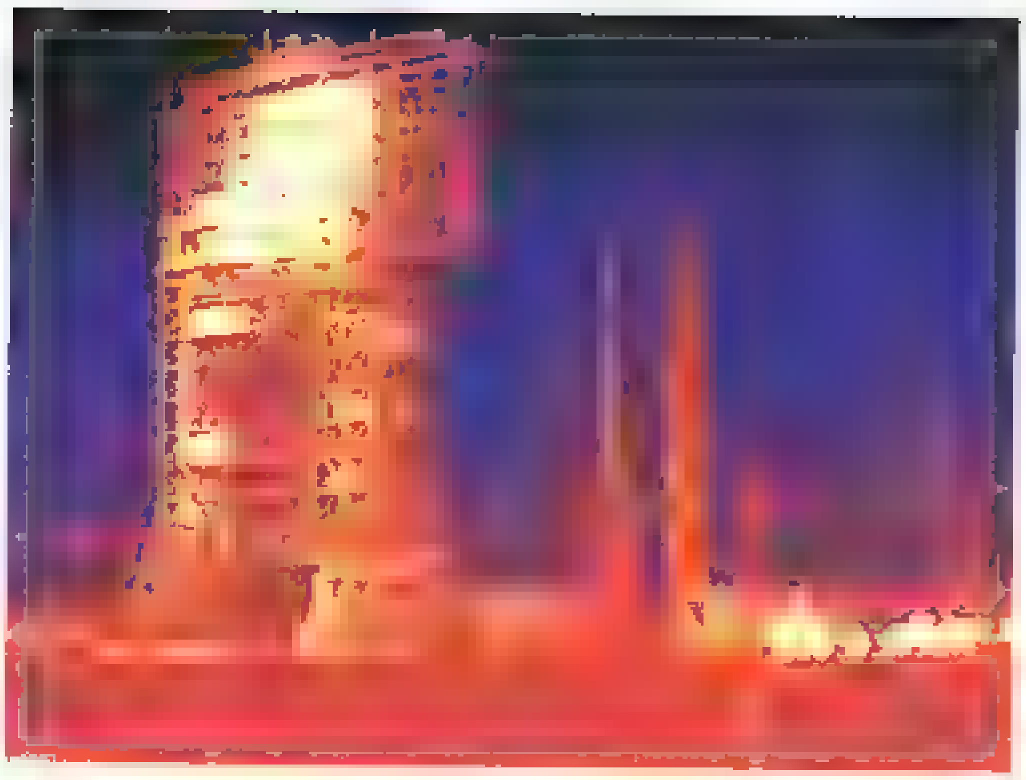
الضّوء المرئيّ Visible Light

الضّوء المرئيّ هو الأكثر شهرةً لدى جميع النّاس. إنّه يتحرّك خلال وعلى طول الغلاف الجوّي وصولاً إلى الأرض. وهنالك العديد والعديد من التّلسكوبات الأرضية التي تصور بالضّوء المرئيّ.

ومثالاً على ذلك، فإنّ مرصد يركس هو مرصدٌ بالضّوء المرئيّ يقع في ولاية ويسكونسن الأمريكيّة. وتلسكوب الفضاء هابل (HST) أيضاً يرصد بالأشعّة المرئيّة.



طيف الضّوء المرئيّ



ضوء الأشعّة تحت الحمراء

الأشعّة تحت الحمراء Infrared

يساوي الطُّول الموجيّ للأشعَّة تحت الحمراء حوالى حجم جزيئات الدُّخان بالمليمتر = 10 ^ -3 - 0.1 سم. ويسبق ضوء الأشعَّة ما تحت الحمراء اللَّون الأحمر من الضَّوء المرئيّ. ونحن نحسب الأشعة تحت الحمراء (التي تُسَمَّى أيضاً أشعَّة آي آر IR) على شكل حرارة.

يعترض الماء الأشعّة تحت الحمراء بشكلٍ جيّدٍ، فإذا كانت سحابةٌ ما تتحرّك بسرعةٍ أكبر من سرعة الشّمس بالنّسبة للأرض فإنَّ ذلك يولِّد بالنّسبة لنا برودة على الأرض. ويصل ضوء الأشعّة تحت الحمراء من الفضاء إلى حوالى 20ـ30 كلم فوق سطح الأرض.

ومن الملاحظ أنَّ تلسكوبات الأشعّة تحت الحمراء توضع في أماكن مرتفعةٍ جداً بحيث تكون جافّةً وبعيدةً عن الغيوم التي تحجب الأشعّة تحت الحمراء.

المايكروويف

أشعّة المايكروويف Microwave

إنَّ أشعَّة المايكروويف هي نوعٌ من أنواع الضَّوء تولد من فرن المايكروويف الخاصّ بك في المنزل، والذي يُسخِّن الطّعام الخاصّ بك. وتُصنَّف أشعة المايكروويف كجزء من الطِّيف الرّاديوي، كما أنَّها تحمل بثّ الهاتف الخلوي. وأشعّة المايكروويف الآتية من الفضاء تجد طريقها مباشرة إلى الأرض. ويُعتبر مُستكشف الخلفيّة الكونيّة Cosmic Background Explorer قمراً صناعياً يرصد بأشعة المايكروويف، ويتمُّ الرّصد بأشعّة المايكروويف من القطب الجنوبي.

أشعة الرّاديو Radio

الرّاديو

تحمل موجات الرّاديو البثَّ الإذاعي والتّلفزيوني. وتحد معظم موجات الرّاديو القادمة من الفضاء طريقها نحو الأرض. ويجب أن تكون التّلسكوبات الرّاديويّة كبيرةً بما فيه الكفاية لرصد تلك الموجات، وتصنع عموماً من الكثير من العيون الصّغيرة، مثل تلك الموجودة في تلسكوب «المجموعة الكبيرة جداً Very Large Array (VLA)».

ما هو الاستقطاب Polarization؟

يملك ضوء خصائص الجسيمات وخصائص الموجات الكهرومغنطيسيّة على حدٍّ سواء. وتسمح خصائص الموجات الكهرومغنطيسيّة له بأن يصبح مستقطباً. فموجات الضَّوء لديها القدرة على الاهتزاز في اتّجاهات متعدّدة، ومن الممكن إغلاق بعضاً من هذه المحاور، وبالتالي إنتاج الضّوء المستقطب. ويمكن استقطاب الضَّوء عبر مجموعةٍ متنوّعةٍ من التّقنيات، ويمكن لموجات الضَّوء الاهتزاز في عدّة اتّجاهات، وتلك التي تهتزُّ في اتجاهٍ واحدٍ ـ كما في الطّائرة صعوداً وهبوطاً - وتُسَمَّى الضَّوء المستقطب. وتلك التي تهتزُّ في أكثر من مستوى مثلاً الاهتزاز إلى أعلى، وأسفل، ويسار، ويمين، وتُسَمَّى ضوءاً غير مستقطب. وعموماً، فإنَّ الضَّوء غير المستقطب يهتزُّ في مستوى أفقي ومستوى عمودي معاً. لاستقطاب الضَّوء، ويمكن للمرء أن يمرِّر الضَّوء من خلال مصفاة استقطاب Polariod Filter وهي سوف تسمح فقط للضَّوء ذو القطبيّة الأحاديّة بالمرور. وحين يتمّ استقطاب الضَّوء سيؤدّي ذلك إلى إضعاف شدّته إلى النّصف. وإذا تمَّ استخدام اثنين من مرشّحات الاستقطاب وضعتا بحيث تكون استدارة الأولى بالنّسبة للثانية 90 درجة، لن يكون الضَّوءُ في هذه الحالة قادراً على المرور. ويحدث بعض الاستقطاب أيضاً عند الانعكاس، والانكسار، وتشتيت الضَّوء.

• أنَّ النّظّارات الشّمسية المستقطبة Polarized sunglasses صُنعتْ بالأساس من أجل صيادي الأسماك، وأصحاب الزّورق، وغيرهم من الأشخاص الذين يعملون فترات طويلة من الوقت عند سطح الماء؟

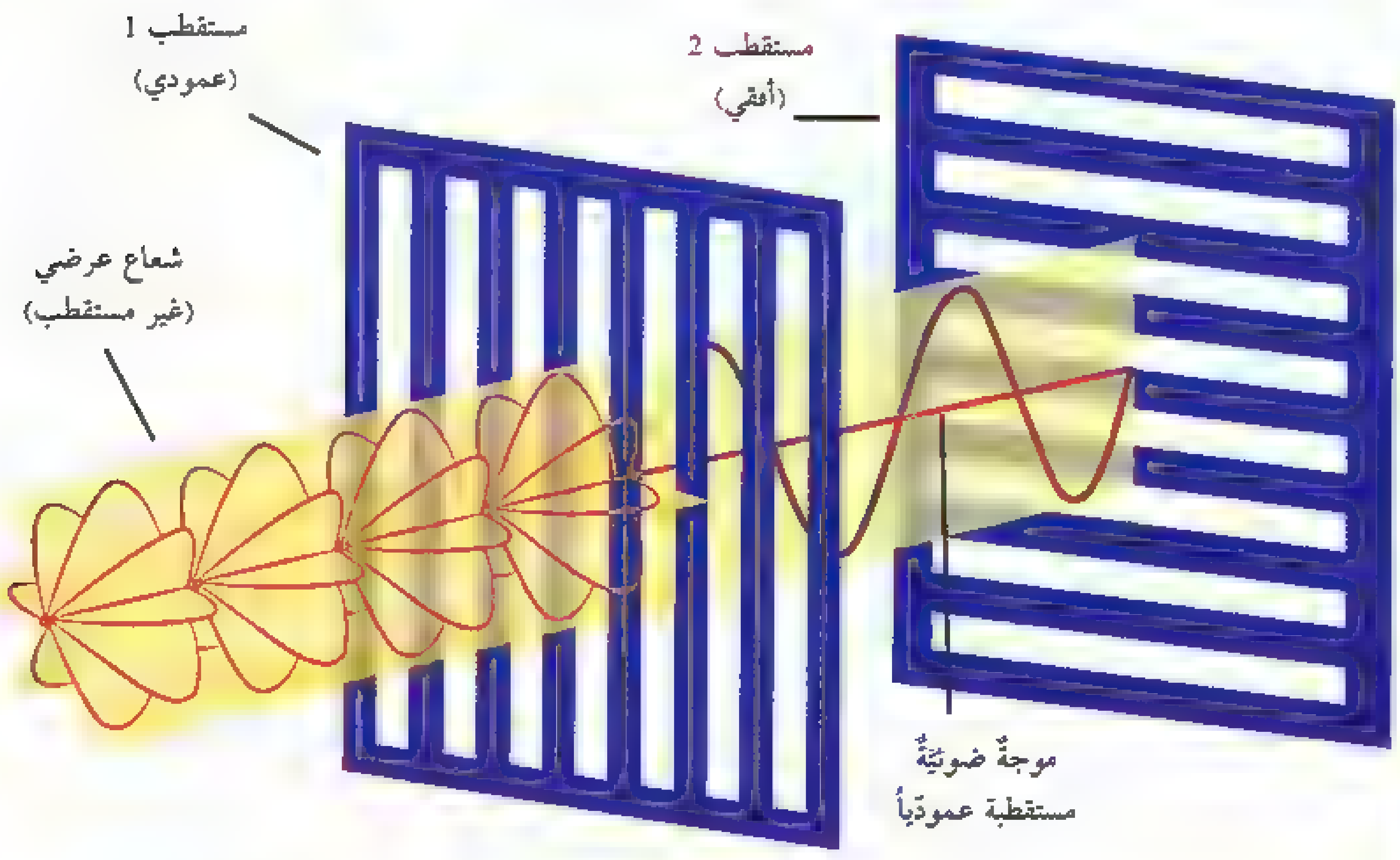
الخاصّيّة الكهرومغنطيسيّة لموجة الضَّوء تسمح لها بأن تصبح مستقطبة

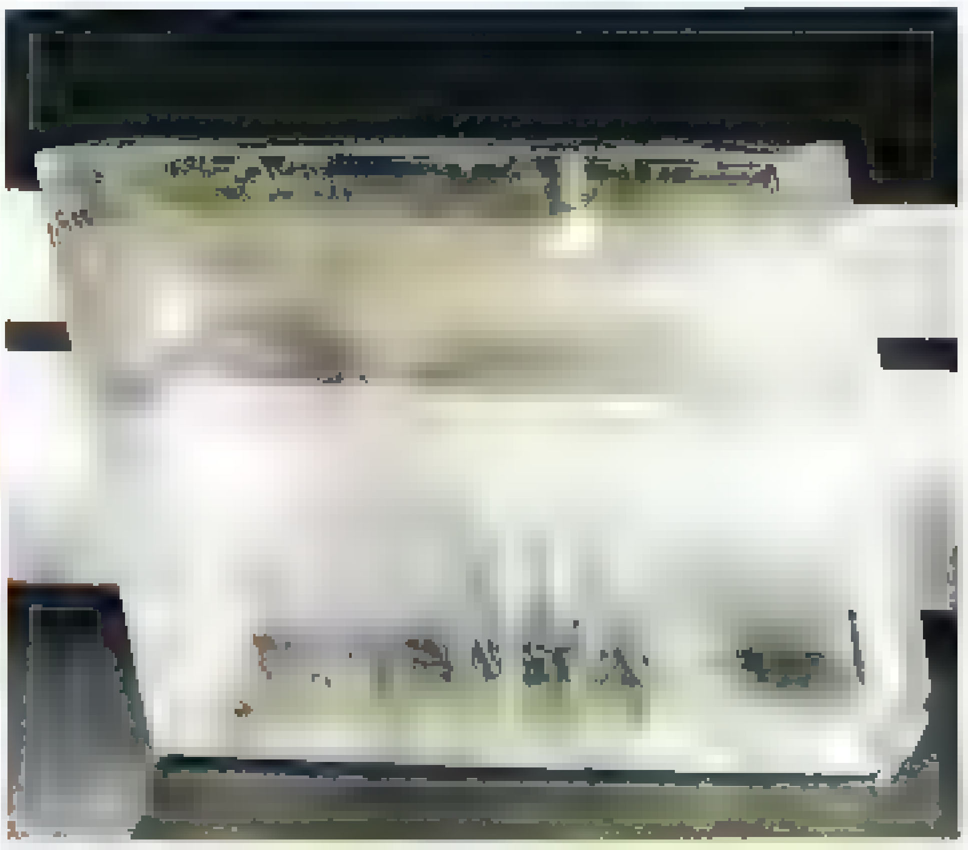
وعندما ينعكس من الأسطح غير المعدنيّة، يحصل استقطاب الضّوء النّاتج بالتّوازي مع السّطح المنعكس. وخلال الانكسار، وينقسم شعاعٌ من الضّوء إلى شعاعين مستقطبين، أحدهما مستقطب بالتّوازي مع الحدود والآخر متعامد معها. ويحصل التّناثر أيضاً بسبب الاستقطاب الجزئي.
إن أبسط طريقة لاستقطاب الضّوء هي من خلال استخدام مصفاة استقطاب. وتصنع مصفاة الاستقطاب من مواد يمكنها أن تمنع أحد المحاور من التّذبذب (إما صعوداً وهبوطاً أو يساراً ويميناً). ونتيجةً لذلك، فمرشح الاستقطاب يزيل نصف موجات الضّوء. ولذا فإنّ الضّوء المستقطب لا يملك القوّة التي يمتلكها الضّوء غير المستقطب، ويهتزُّ فقط في مستوى واحد (إمّا صعوداً أو هبوطاً أو يساراً أو يميناً). فإذا كان تمرير الضّوء يتمّ من خلال اثنتين من المرشّحات تحجب محاور مختلفة، والنّتيجة أنّ الضّوء لن يستطيع المرور.

خصائص الاستقطاب

إن الاستقطاب هو ظاهرةٌ غريبةٌ تجعل موجات الضّوء عرضيّةً؛ أي: تهتزُّ عمودياً بالنّسبة لاتجاه انتشار الضّوء. فالضّوء هو موجةٌ كهرومغنطيسيّةٌ عرضيّةٌ (انظر الإشعاع الكهرومغنطيسي).

الضّوء العابر من خلال مستقطب أفقي





سور جليدي

وبالتالي فإنّ موجة الضّوء تسير إلى الأمام ويُمكنها أن تهتزَّ صعوداً وهبوطاً (في المستوى العموديّ)، ومن جانب إلى آخر (في المستوى الأفقيّ)، أو في اتّجاه أوسط.

وإن بصيصاً من الضّوء يتكوّن عادةً من مزيجٍ من الموجات التي تهتزُّ في جميع الاتّجاهات عمودياً على خطِّ الانتشار. ولسببٍ ما إذا ما بقي الاهتزاز مستمراً في اتّجاهٍ واحدٍ، فيُقال إنّ الضّوء مستقطبٌ.

ووجد أنَّ الضّوء المنعكس هو دائماً مستقطبٌ إلى حدٍّ ما.

ويمكن أيضاً للضّوء المستقطب أن يقوم بالانكسار المزدوج. فأيّ مادّةٍ شفّافةٍ لديها خصائص الانكسار أو الانحناء تستطيع كسر شعاع من الضّوء الذي يدخل إليها من الخارج. وبعض البلّورات، مثل قطعة جليدية من الكالسيت، تمتلك خاصّيّة كسر الضّوء غير المستقطب في اتّجاهين مختلفين، وبالتّالي تقسيم شعاع الضّوء إلى قسمين مختلفين. ووجد في الاختبارات أنَّ الشّعاعين المنكسرين مستقطبين وأنَّ اتجاهي الاستقطاب متعامدين مع بعضهما البعض. ويحدث هذا لأنَّ سرعة الضّوء في البلور ـ بغضّ النّظر عن زاوية الانكسار ـ تتغيَّر بحسب اتّجاه الاستقطاب.

إدوين هربرت لاند

Edwin Herbert Land

إدوين هربرت لاند: عالمٌ ومخترعٌ أمريكيٌّ، وأوّل ما عرف عنه بأنّه الشّريك المؤسّس لشركة بولارويد. اخترع إدوين لاند آلة التّصوير المسماة بولارويد / لاند / Polaroid Land Camera، وهو الذي اخترع أيضاً الصّور التي يتمُّ تظهيرها بعد بضع دقائق من التقاطها. نال إدوين هربرت لاند أكثر من 533 براءة اختراع، ومعظم هذه الاختراعات كانت ذا صلةٍ بالبصريّات المستقطبة.

كيف تعمل النَّظَّارات الشَّمسيَّة المستقطبة؟

النَّظَّارات الشَّمسيَّة المستقطبة

عندما ينعكس ضوءٌ على سطحٍ ما مثل سطح مياهٍ هادئةٍ أو طريقٍ أملس يحصل استقطاب أفقيّ.
وبدلاً من قيام الضَّوء بالانعكاس في اتِّجاهاتٍ مختلفةٍ كما يفعل عادةً، فإنَّه يميل إلى السَّير في اتِّجاهٍ أفقيٍّ، وهذا الأمر اختبره الكثير من النَّاس في حياتهم، ويمكن أن يكون مزعجاً وخطراً، وهو أنَّ الانعكاس غالباً ما يخلق وهجاً قويّاً، وإنَّ النَّظَّارات الشَّمسيَّة المستقطبة تمَّ تصميمها لتقوم بنوعٍ خاصٍّ من التَّصفية لحجب هذا النَّوع من الضَّوء والحدّ من الوهج.

تحجب النَّظَّارات الشَّمسيَّة المستقطبة الوهج

نظريّات الضَّوء

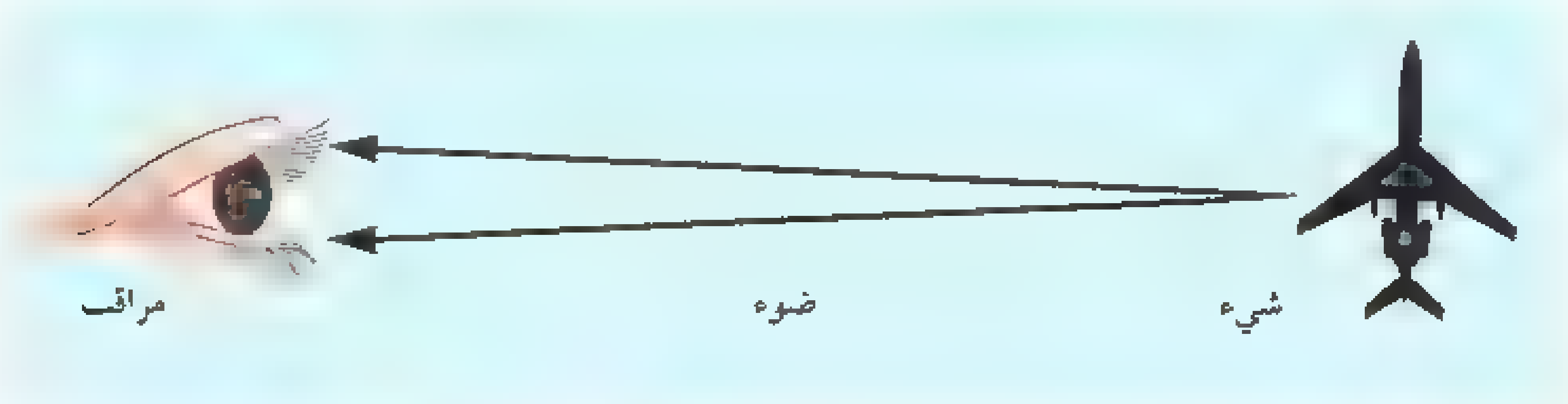
نظريَّة الجسيمات The Corpuscular Theory

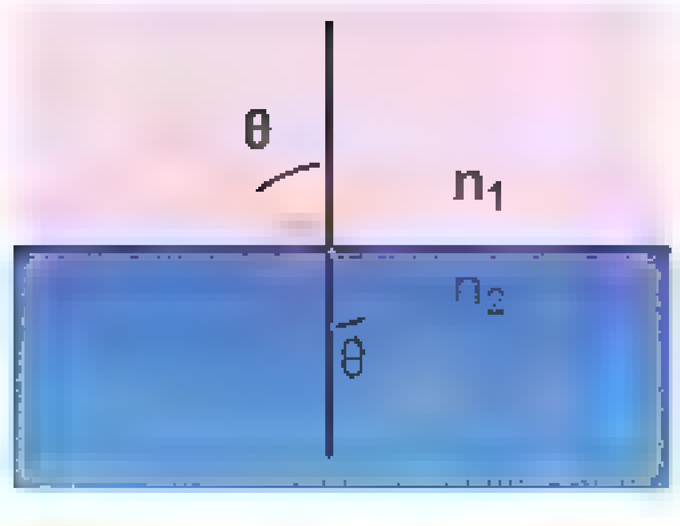
وضع السَّير إسحق نيوتن نظريَّة الجسيمات الضَّوئيَّة في القرن السَّابع عشر وهي تنصُّ على أنَّ الضَّوء المنبعث من الأجسام المضيئة يتكوَّن من جزيئاتٍ صغيرةٍ جدًا من المادَّة تُسمَّى جُسيمات. وكان يعتقد أنَّ الضَّوء الذي يُسافر من الهواء إلى الماء سوف يزيد من سرعته، وعند دخول الضَّوء المياه تقل سرعته. وعندما تصطدم الجسيمات بسطحٍ ما، فإنَّ كلَّ جسيمٍ سوف ينعكس.

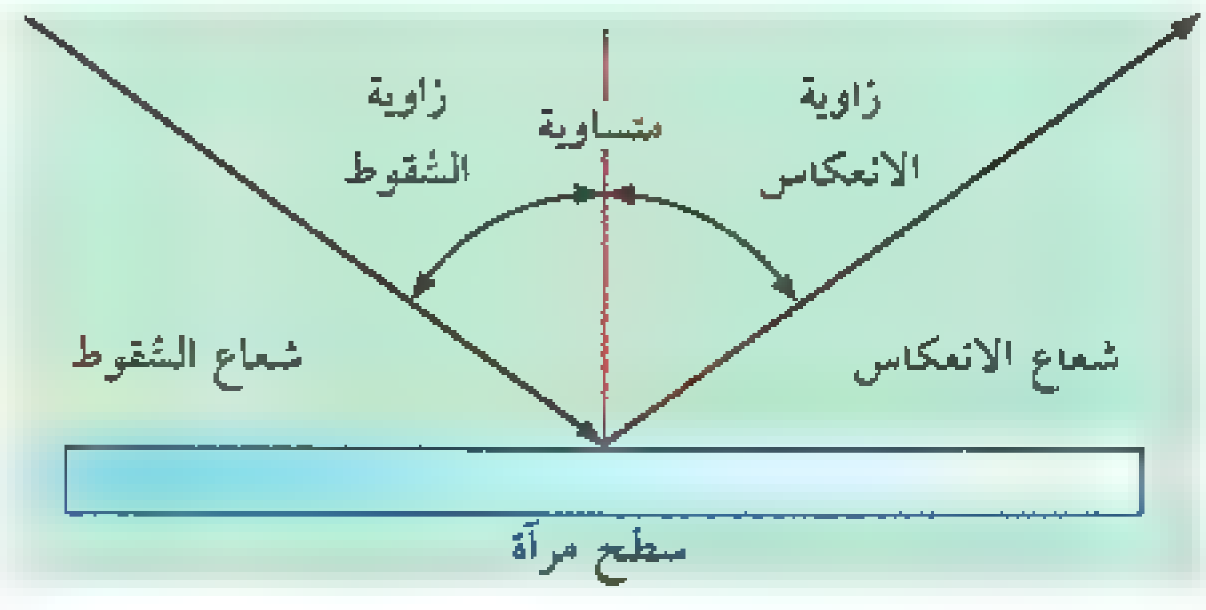
وقد اقترح نيوتن هذه النظريَّة كي يتمّ التَّعامل مع الضوء على أنَّه يتألف من جُسيماتٍ صغيرةٍ، ونستخدم هذه النَّظرية لوصف الانعكاس. ويمكن لهذه النظريَّة أن تفسّر قوس قُزح الابتدائي والثانوي، ولكنَّها تعجز عن تفسير العدد الزَّائد من الانحناءات وعن تفسير الهالة.

نظريَّة الموجة The Wave Theory

تمَّ اكتشاف نظريَّة الموجة من قِبل كريستيان هيغنز Christian Huygens، وهو عالمٌ هولنديٌّ عاش في القرن السَّابع عشر. وهي تنصُّ على أنَّ الضَّوء ينبعث في سلسلةٍ من الموجات التي تنتشر من مصدر الضَّوء في جميع الاتجاهات، ولا تتأثَّر هذه الموجات بالجاذبيَّة. إضافةً إلى ذلك، يختلف هيغنز مع نيوتن حين يقول: إنَّ الضَّوء الذي يسافر من الهواء إلى الماء







نظرية الجسيمات الضَّوئيَّة

سَيُقَلِّل من سرعته، والعكس بالعكس. وقد ثبتت في وقتٍ لاحقٍ صحَّة نظرية هيغنز. وبعد مئة عام، دحض الإنكليزي توماس يونغ Thomas Young تماماً نظرية الجسيمات من خلال إثبات أنَّ موجات الضَّوء يمكن أن تتداخل مع بعضها البعض. وتصف هذه النَّظرية التي اقترحها هيغنز الضَّوء على أنَّه موجات تنتشر بعيداً عن المصدر الذي ولد منه.

جيمس كلارك ماكسويل

James Clerk Maxwell

جيمس كلارك ماكسويل: عالمٌ فيزيائيٌّ اسكتلنديّ، وهو الذي وضع فكرة الإشعاع الكهرومغنطيسي، وشكَّلت أعماله أسُساً لنظريَّة ألبرت أينشتاين في النِّسبيَّة الخاصَّة، وهو الذي حدَّد أيضاً طبيعة حلقات زُحل ووضع النَّظرية الحركيَّة للغازات Kinetic theory of gases.

النَّظريَّة الكهرومغنطيسيَّة
The Electromagnetic Theory

تمَّ اكتشاف النَّظريَّة الكهرومغنطيسيَّة في القرن التاسع عشر، اكتشفها جيمس ماكسويل. وافترض ماكسويل أنَّ موجات الضَّوء لا تتطلَّب واسطةً للانتقال.

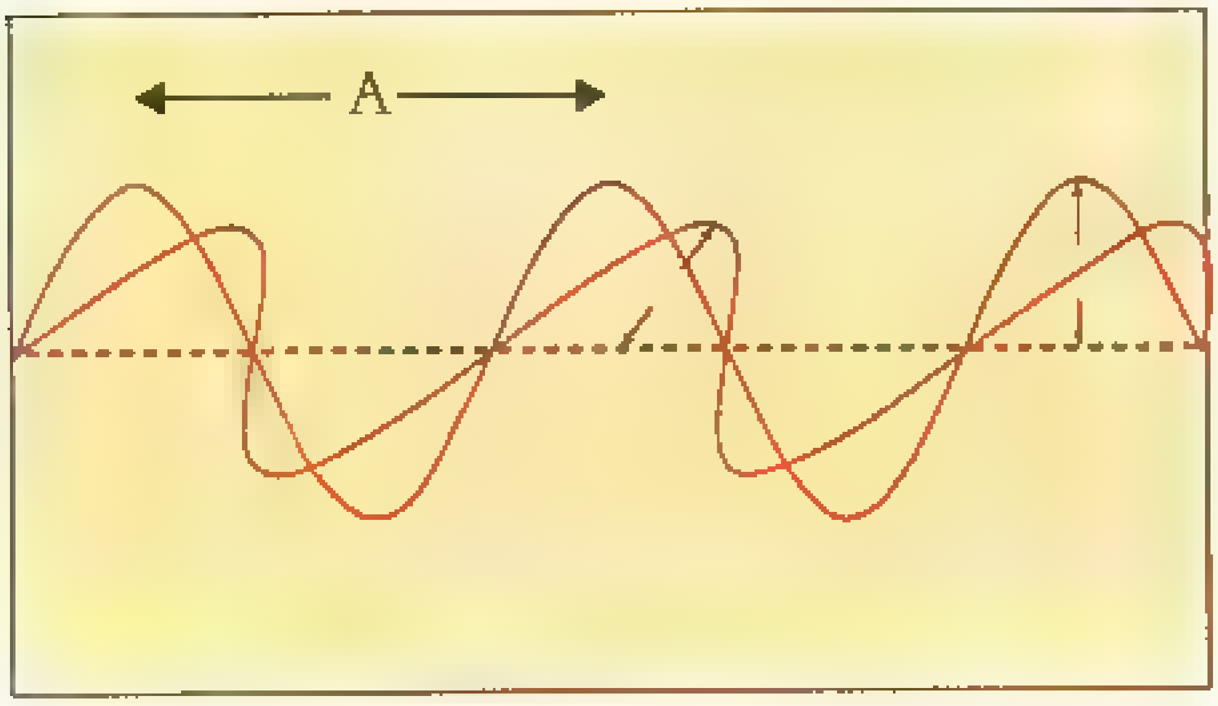
إنَّ موجات الضَّوء تمتلك الخواص الكهربائيَّة والمغنطيسيَّة، ويمكنها السَّفر في الفراغ. وموجات الضَّوء هي فردٌ من عائلةٍ أكبر من الموجات الكهرومغنطيسيَّة والتي تشكِّل الطَّيف الكهرومغنطيسيّ.

الموجة الضَّوئيَّة

A = طول الموجة

E = مدى الحقل الكهربائيّ

M = مدى الحقل المغنطيسيّ



النَّظريَّة الكهرومغنطيسيَّة للضَّوء ⟵ مسافة

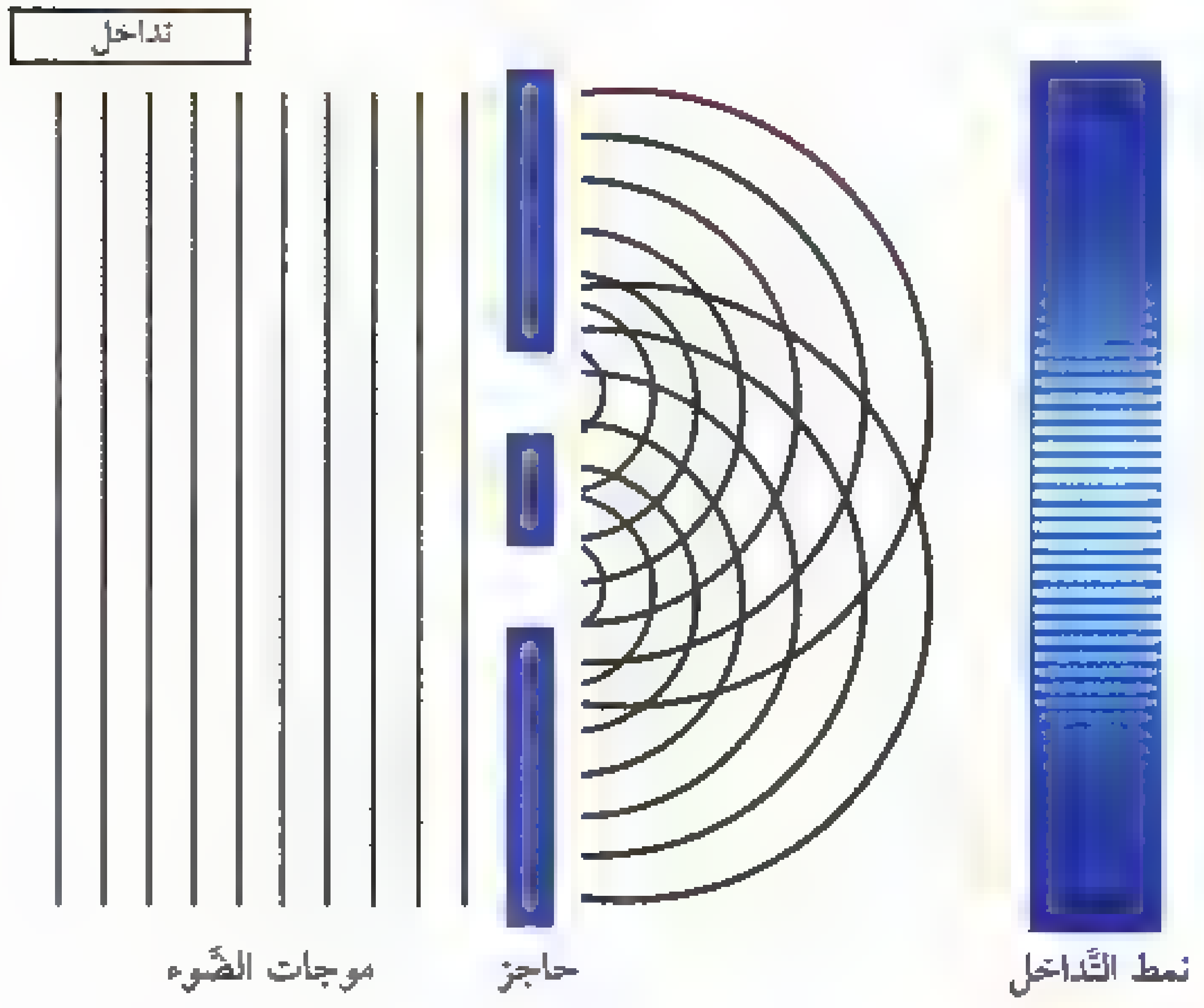
تصف نظريّة ماكسويل الضّوء على أنّه يمتلك الخصائص الكهربائيّة والمغنطيسيّة. ويعتبر ذلك تطويراً لنظريّة الموجة لأنّه يفسّر كيف يتمُّ توليد الضّوء. وإنّ الضّوء المرئيّ هو نوعٌ واحدٌ فقط من الموجات الكهرومغنطيسيّة. وهذه النّظريّة مدعمةٌ بشكلٍ مكثّف جداً بالرّياضيّات.

- أنّ التقدّم العلمي المتعلّق بالأشعّة تحت الحمراء سمح للمباني بالحفاظ على البرودة حتى في الصّيف؟
- وأنّ الأطباء يستخدمون مصابيح الأشعّة تحت الحمراء لعلاج الأمراض الجلديّة؟

نظرية الكمّ The Quantum Theory

تمّ اكتشاف نظريّة الكمّ من قبل ماكس بلانك Max Planck، وهو عالمٌ ألمانيٌّ نال جائزة نوبل عام 1918. وتذكر هذه النّظريّة أنّ موجات الضّوء تُسافر على شكل حزمٍ منفصلةٍ من الطّاقة تُسمّى كمّات أو فوتونات. وهذه النّظريّة هي أكثر رياضيّة من معادلات ماكسويل! وهي مشابهةٌ لنظريّة نيوتن الجسيميّة، إلّا أنّها بدلاً من وصف الضّوء بالجسيمات، تصف الضّوء بـ «حزم الطّاقة» أو الفوتونات. وتُحدّد طاقة الفوتون لون الضّوء.

نظرية الكم الضّوئيّة



ما هو الظِّلُّ؟

يتغير شكل الظل خلال النهار المُشمس

الظِّلُّ Shadow هو مساحةٌ لا تصل إليها أَشعة الضَّوء، وهو يقع وسط مصدرٍ ضوئيٍّ مُباشر يتمُّ حجبه من قبل جسمٍ ما. وهو يشغل مساحةً خلف الجسم مباشرة ويكون الجسم غير شفاف والمصدر الضَّوئي من أمامه. ويحصل الظِّلُّ عندما تصطدم حزمة الضَّوء بجسمٍ ما وترتدُّ، وتمنع أشعَّة الضَّوء من المرور والسُّقوط على الأرض على الجانب الآخر. وإذا كنت واقفاً، على سبيل المثال في الشَّمس سوف تصطدم بك أشعة الشَّمس، وينعكس الضَّوء منك ويذهب في الاتّجاه الآخر، ومن خلفك لا يسقط أي ضوء من الأشعَّة المباشرة للشَّمس، فيتكوَّن خلفك الظَّلام.

ما الذي يكوِّن الظِّلَّ؟

ينتشر الضَّوء المرئيّ في موجات حين يترك مصدره. وتُسافر هذه الموجات في خطوطٍ مستقيمةٍ عبر الهواء حتى تصل إلى جسمٍ ما. ويقوم الجسم بامتصاص بعض الموجات ويعكس البعض الآخر في الهواء. وخلف أيّ جسمٍ تتوقّف موجات الضوء لتكوِّن بقعةً مُظلمةً، أو ظلاً، وهو مجرّد فضاء لا يوجد فيه ضوء. لا توجد ظلالٌ في غرفٍ مظلمةٍ لأنَّه لا يوجد فيها موجات ضوئيّة تنتشر فيها.

- أنَّ الظِّلَّ يتكوَّن بواسطة جسمٍ ما من خلال اعتراض مصدر الضوء؟
- وأنَّ الظِّلال الشّمسية Sundials تُستخدم لمعرفة الوقت؟

لماذا يتغيَّر شكل ظلك خلال يومٍ مشمسٍ؟

يتغيَّر الظِّلُّ بحسب موقع الشَّمس وزاويةِ موجات الضَّوء التي تصل إليك. وعندما تكون الشَّمس عاليةً في السَّماء، وزاوية موجات الضَّوء متعامدةً فإنَّ الظِّلَّ يكون في موقع القُرفُصاء[1]. وعندما تكون الشَّمس منخفضةً في السَّماء (في وقتٍ مُبكرٍ أو في وقتٍ متأخّرٍ من اليوم) ينتج عنها ظلٌّ عملاقٌ طويل الحجم. فإذا قمنا بالتَّفكير في هذه الظَّاهرة وتساءلنا هل يمكن رسم خطٍ من شأنه أن يصل

(1) القُرفُصاء: أن يجلس الرجل على أليتيه، ويُلصق فخذيه ببطنه، ويحتبي بيديه، ويضعهما على ساقيه

أعلى رأسك وينتهي على الأرض خلفك؟ فعندما تكون الشَّمس فوقك مباشرةً، سوف ينتهي هـذا الخطّ قريباً جدّاً من جسـمك. وعندما تكـون الشَّـمسُ منخفضـةً خـلال سـاعات المسـاء، فإنّ هذا الخط سـوف يصل خلفك إلى مسافةٍ أبعد.

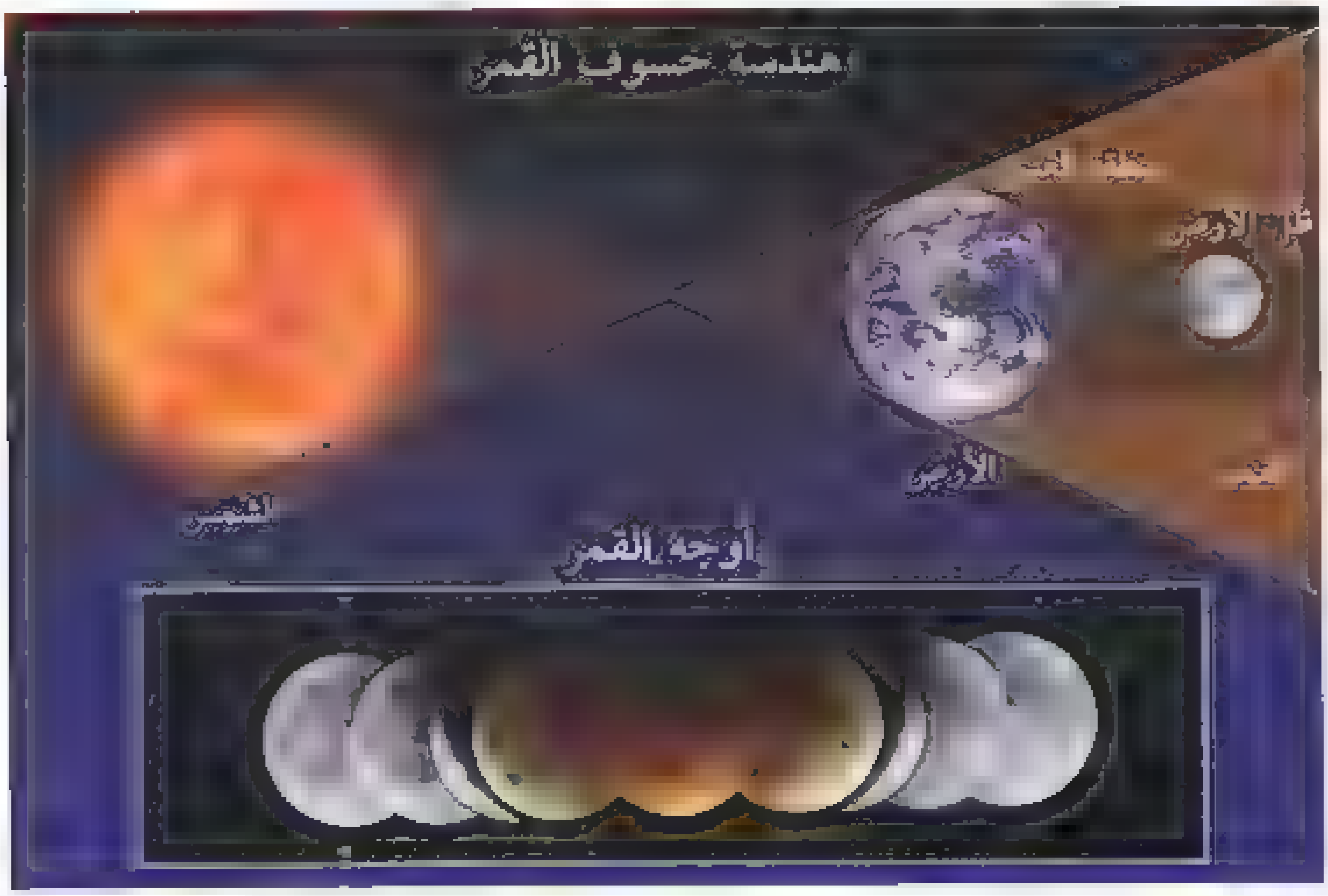
إتيان لويس مالوس
Étienne-Louis Malus

ولد إتيان لويس مالوس في باريس في 23 يونيو عام 1775 وتوفي في 23 فبراير (شباط) عام 1812. اكتشف إتيان لويس مالوس أنّ الضوء عدما ينعكس يصبح مستقطباً جزئياً، ويكون تردّد شعاعه بنفس المستوى.
وأدت ملاحظته إلى فهمٍ أفضل لانتشار الضَوء.

خسوف القمر Lunar Eclipse

يحدث خسوف القمرعندما يمرّ القمرمن خلال ظلّ الأرض.

ويمكن أن تصل مدَّة خسـوف القمر إلى ساعةٍ ونصـف، وأثناء الخسـوف قد يميـل لون القمر إلـى الحُمـرة. ولا يُشَكِّل النَّظـر إلـى خسـوف القمر خطورةً على الإطـلاق لأنَّ القمرلا يصدر ضوءاً خاصّاً به. والخسـوف الكُلّي للقمر يمكن أن يحـدث فقط عندما يكـون القمر بدراً، أي: عندما يكون معاكساً تماماً للشَّمس في السَّماء. ويكـون القمـر بـدراً مـرَّةً واحدةً في الشَّـهر، ولكـنَّ الخسـوف قد يحـدث في أحيانٍ أقلّ،



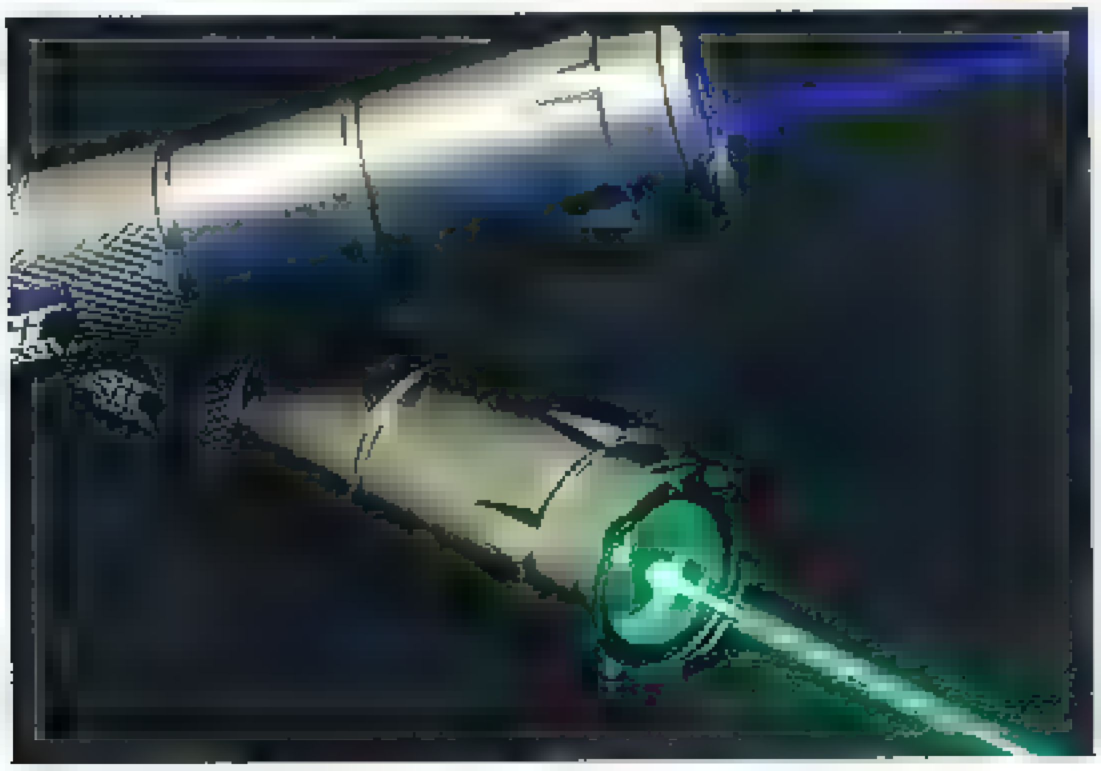
لأنَّ القمر قد يكون في بعض الأحيان عالياً جدّاً أو منخفضاً جدّاً بالنِّسبة لظلِّ الأرض. ويحدث الخسوف القمريّ (خسوف القمر) عادةً مرّتين إلى أربع مرّاتٍ في السَّنة. وأحياناً يكون الخسوف كاملاً، وأحياناً لا يحتجب سوى جزءٌ من القمر.

كسوف الشَّمس Solar Eclipse

يحدث كسوف الشَّمس عندما يمرُّ القمر أمام الشَّمس ويحجز معظم ضوئها عن الأرض. وأثناء الكسوف الكلّيّ، كلّ ما يمكننا أن نراه من الأرض هو حلقةٌ من الضَّوء حول القمر، وهو جزء من الشَّمس لا يُغطِّيه القمر. ومن الخطورة أن ننظر إلى كسوف الشَّمس مباشرة إلاّ إذا كان لدينا نظّارات شمسيَّة خاصَّة أو زجاج داكن ومن الأفضل مشاهدة كسوف الشَّمس من خلال ثقب كاشف ضوئي Projector. يمرُّ القمر بين الأرض والشَّمس مرَّةً واحدةً كلَّ شهرٍ، عند ولادة القمر، وفي معظم الأوقات يكون القمر إمّا مرتفعاً جدّاً أو منخفضاً جدّاً ولذلك يمنعنا من رؤية الشَّمس. حوالى مرّتين في السَّنة يبلغ القمر الطَّريق ما بين الشَّمس والأرض، مما يتسبَّب في الكسوف. ومع ذلك فيمكننا مشاهدة الكسوف من بعض الأماكن فقط على الأرض، والمنطقة التي يمكننا رؤية الكسوف الكلّي منها تبلغ حوالى 100 ميلاً.

كسوف الشَّمس

ما هو اللِّيزر؟


ضوء اللِّيزر

إنَّ أشعَّة اللِّيزر Laser هي نوع خاصٌ من الضَّوء. لا وجود لضوء اللِّيزر في الطَّبيعة.
إنَّ تكنولوجيا الإنسان هي التي خلقت ضوء اللِّيزر، وتستخدم أشعة اللِّيزر لقصّ أنماطٍ بالغةِ الدِّقَّة في الزُّجاج، والمعادن، ولإعادة تشكيل القرنيَّة بهدف تصحيح ضعف البصر، ولتوفير الحرارة الشَّديدة في عمليَّة التَّحكُّم بتجارب الانصهار. وتُستخدم أشعة اللِّيزر أيضاً كمصدرٍ ضوئيٍّ دقيقٍ جداً لأبواب الخروج من السُّوبرماركت، ومشغلات الأقراص المدمجة، ونقل معظم الإشارات الهاتفيَّة.

خصائص ضوء اللِّيزر

لخصائص ضوء اللِّيزر ثلاثٌ هي:

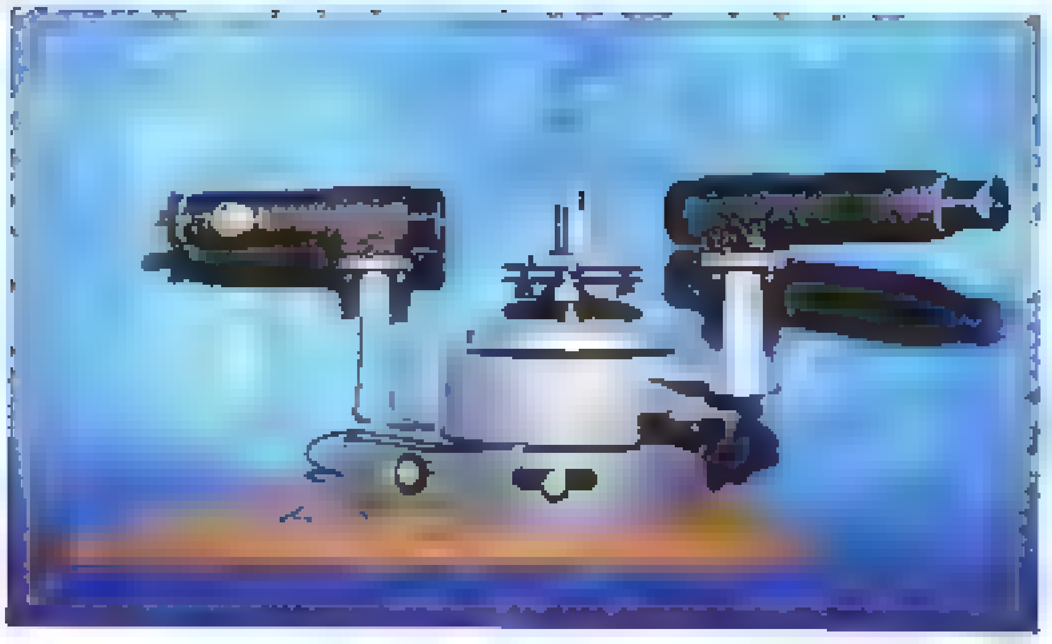
- **أولاً**: إن ضوء اللِّيزر يحتوي بشكلٍ أكيدٍ على لونٍ واحدٍ أو طولٍ موجيٍّ واحدٍ عوضاً عن أطوال موجيَّةٍ مختلفةٍ. ويقول العلماء: إنَّ ضوء اللِّيزر هو «أحاديّ اللَّون Monochromatic»، بمعنى أنَّه من لونٍ واحدٍ.

- **ثانياً**: كلُّ الأطوال الموجيَّة لها مظهرٌ. ويعني هذا أنَّها جميعاً «تتماوج» مع بعضها البعض، مثل موجة الجمهور في لعبة كرة القدم، بحيث تصطفُّ كلُّ القمم (النِّقاط العالية) و(الأحواض) (النِّقاط المنخفضة). ويقول العلماء إنَّ ضوء اللِّيزر «متماسك Coherent».
- **ثالثاً**: حين تنتشر موجات الضَّوء من المصادر العادية (مثل البطاريات والمصابيح الكهربائيَّة أو الشَّمس) فإنَّها تتحرَّك في جميع الاتِّجاهات، أمَّا موجات ضوء اللِّيزر فإنَّها تسير في نفس الاتِّجاه، موازيةً تماماً لبعضها البعض. وهذا يعني أنَّ أشعَّة ضوء اللِّيزر ضيقةٌ جداً ويمكن أن تتركَّز في بقعةٍ صغيرةٍ واحدةٍ.

ويقول العلماء: إنَّ ضوء اللِّيزر «موازى Collimated».

يدخل اللِّيزر أيضاً في العديد من الاستخدامات الجديدة لبعثات الفضاء. كما يمكن استخدامه في جهاز يُسمَّى مقياس الطَّيف

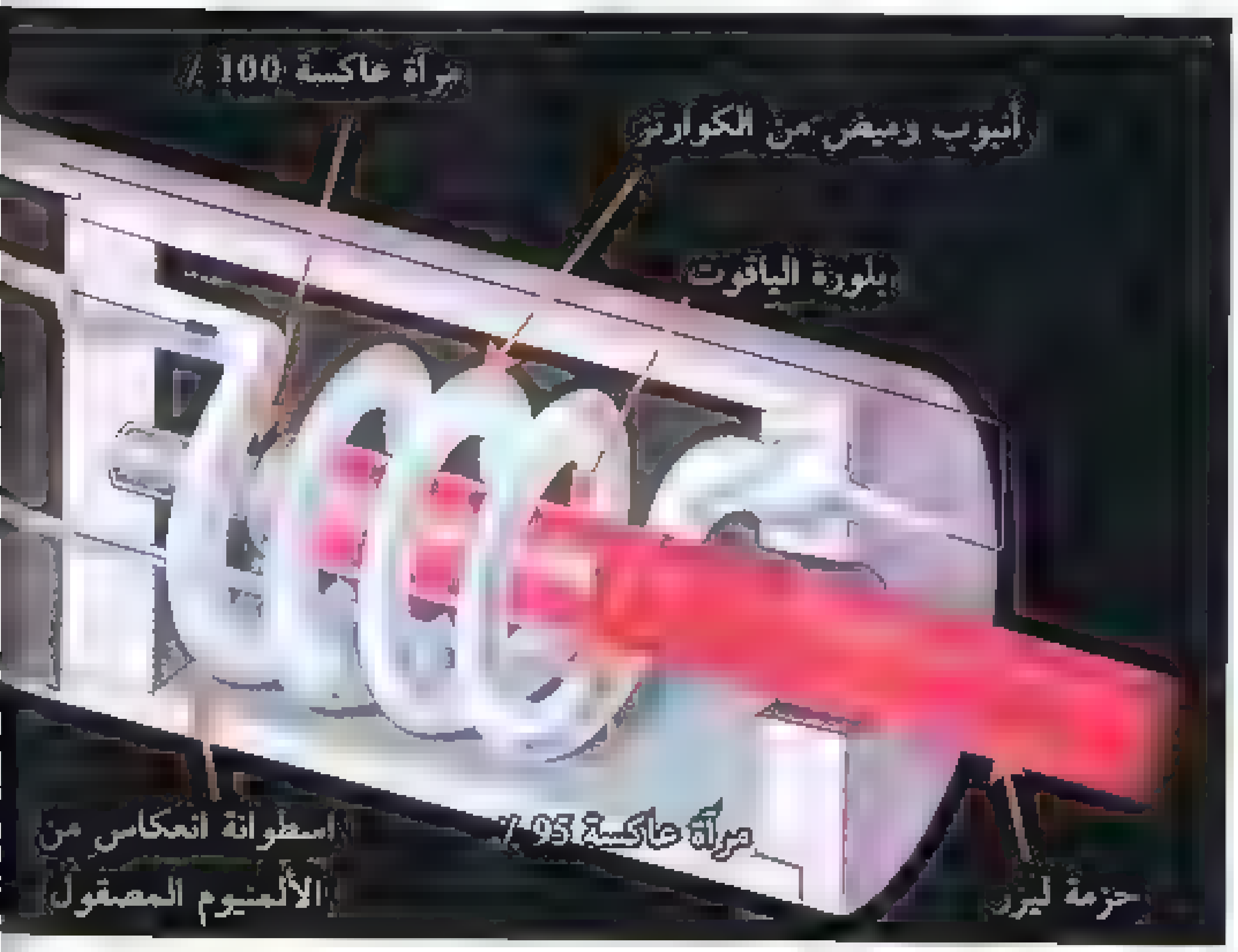
- أنَّ أقوى حزمة ليزر سجلت كانت بقوَّة 1,25 بيتاوات في مختبرٍ في مدينة كاليفورنيا الأمريكيَّة عام 1996؟
- وأنَّ أقوى شعاع ليزر في العالم يُمكنه أن يمتلك قوَّة قنبلة هيدروجينيَّة؟



مقياس الطَّيف (المطياف)

Spectrometer. يُستخدم مقياس الطَّيف لتحديد التَّركيب الكيميائيّ للمادَّة. فعلى سبيل المثال، بما أنَّ الضَّوء يمرُّ من خلال الغاز، فإنَّ الغاز يمتصُّ بعض الألوان، أو موجات الضَّوء. إنَّ مُختلف الغازات تمتصُّ أطوالاً موجيَّةً مختلفةً، وبالتَّالي فإنَّ الضَّوء الذي يخرج من الجانب الآخر من سحابةِ الغاز سيكون له «بصمةٌ خاصَّةٌ Fingerprint». ويستطيع مقياس الطَّيف قراءة هذه البصمات والتَّعرُّف على الغاز وعلى سبيل المثال: يمكن لمقياس الطَّيف البحث في أشعَّة الشَّمس التي تمرُّ من خلال الهواء فوق مدينةٍ ما والكشف عن الغازات الموجودة في الهواء، بما في ذلك التَّلوُّث النَّاجم عن جميع السَّيارات والمصانع.

ويُعرف العلماء أنَّ غاز الميثان يمتصُّ طولاً موجياً معيَّناً من الضَّوء. وكعمليَّة ضبط محطَّةٍ إذاعيَّةٍ، فإنَّهم يضبطون مطياف اللَّيزر على ذلك الطُّول الموجي المحدَّد، ويتمُّ تحديد هدف شعاع ليزر المطياف البعيد عن صخرةٍ ما، ويقوم بالانطلاق في الهواء نحو الصَّخرة والعودة مرَّةً أخرى إلى «عين» المطياف. وإذا كان ضوء اللَّيزر العائد أصعف، فإنَّه يعني أن غاز الميثان الموجود في الهواء قد امتصَّ بعضاً من الطَّاقة. وكمّيَّة الطَّاقة المستنزفة تدلُّ على كمّيَّة الميثان الموجودة.



أوّل ليزر ياقوتي

وهنالك أربعة أنواعٍ من اللَّيزر

ليزر الغاز Gas lasers

يحتوي هذا اللَّيزر على خليطٍ من الهيليوم والنّيون. وهذا الخليط معبَّأٌ في أنبوبٍ زجاجيٍّ. وهو يتصرَّف كوسط نشط. ويتمُّ الحفاظ على الضَّغط داخل الأنبوب بقياس يبلغ 1 تور torr للهيليوم و 1 تور للنيون. وطول الأنبوب الزُّجاجي يبلغ تقريباً 0,25 متراً إلى مترٍ واحدٍ، وقطره نحو 1 سنتمتر تقريباً.

يرتبط قطبين موجودين في الأنبوب بمصدرٍ كهربائيٍّ (D.C) عالي الجُهد. وهذه الدَّائرة تُوَلِّد تفريغاً داخل الأنبوب، ويعمل هذا التَّفريغ كمضخَّةٍ. ويتمُّ وضع مرآتين متوازيتين أمام بعضهما البعض، وكلا المرآتين موجودةٌ داخل الأنبوب. وتُظهر المرآة M1 انعكاساً كاملاً، وتُظهر المرآة M2 انعكاساً جزئيّاً. وعند تمرير تيَّارٍ كهربائيٍّ من خلال الأنبوب، تبدأ موجةٌ ضوئيَّةٌ مستمرَّةٌ بالتَّدفُّق داخل الأنبوب بتردُّدٍ ثابتٍ. وتُعرف هذه التَّردُّدات باسم الموجات الضَّوئيَّة المتماسكة Coherent Light Waves، وهي تخرج من وجه المرآة M2.

يمكن لمقياس الطّيف قراءة بصمة الإصبع وتحديد نوع الغاز

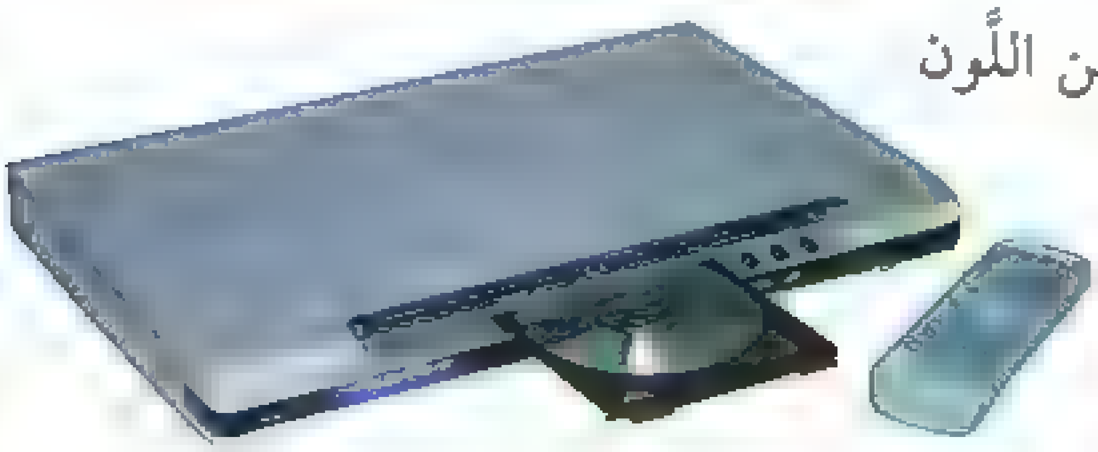
اللِّيزر الصَّلب Solid Lasers

يستخدم في هذا النَّوع من اللِّيزر ياقوت مثل الكريستال يعمل كوسيطٍ فعَّالٍ، ويكون أسطوانيَّ الشَّكل. ويُحيط بهذا الكريستال مصباحٌ وميض من الزِّينون Xenon (وهو عنصرٌ غازيٌّ ثقيلٌ) حلزونيُّ الشَّكل. وفي هذا النِّظام يعمل المصباح كمضخَّةٍ. وكلا الطَّرفين E1 و E2 من الكريستال مصقولٌ بشكلٍ صحيحٍ. وبشكلٍ مماثلٍ كما في ليزر الغاز، فإنَّ سطح المرآة M1 سوف يقوم بانعكاسٍ كاملٍ وسطح المرآة M2 سوف يقوم بانعكاسٍ جزئيٍّ. وكلَّما مرَّرنا التَّيَّار

السِّير فريديريك هرشل
Sir Frederick Herschel

السِّير فريدريك وليام هرشل: عالمٌ فلكيٌّ بريطانيٌّ، ولد في ألمانيا، وكان خبيراً تقنيّاً وملّحناً. وهو الذي اكتشف الأشعّة تحت الحمراء في عام 1800، بينما كان يعيش في سلاو بإنكلترا. وكان اكتشافه عرضيّاً، في الوقت الذي كان يحاول إيجاد طريقة لخفض وهج النّظر إلى الشّمس من خلال التّلسكوب.

خلال هذا النّظام يخرج منه شعاع ليزر من اللّون الأحمر وبكثافةٍ كبيرةٍ.



تستخدم الأقراص المدمّجة CD وDVD اللّيزر

اللّيزر السّائل Liquid Lasers

تُستخدم في اللّيزر السّائل أصباغٌ عضويّةٌ كوسطٍ نشيطٍ داخل أنبوبٍ زجاجيٍّ. ويحصل دورانٌ متكاملٌ داخل الأنبوب بمساعدة مَضَخَّة. ومن هذه الصّبغة العضوية يخرج ضوء اللّيزر.

اللّيزر نصف الموصل Semi conductor Lasers

تُستخدم في هذا اللّيزر ثنائيات تقاطع Junction Diodes. وتحصل عمليّة تخدير لثنائيّات التّقاطع p-n. ويتمُّ تخدير القابل Acceptor والمانح Donor. وهذه العمليّة تُعرف باسم ILD (حقن ثنائيّات اللّيزر).

وكلّما تمّ تمرير التّيّار أمكننا رؤية تعديل الضّوء من ILD. وتستخدم هذه العمليّة في مختلف الأجهزة الإلكترونيّة.

يحمل اللّيزر إشارات التّلفاز والهاتف

إنَّ العديد من الاختراعات المفيدة تستخدم اللّيزر. كما هو الأمر في العديد من اختراعات التّرفيه، فمشغل الأقراص المدمجة يستخدم اللّيزر، وقارئ الرّمز الشّريطي Bar Code في المتاجر يستخدم اللّيزر أيضاً. ويستخدم كذلك الأطباء اللّيزر للقيام بالجراحة الدّقيقة مثل جراحة العين.

كما يحمل اللّيزر إشارات التّلفاز والهاتف بواسطة أسلاكٍ خاصّةٍ.

التَّلوُّث الضَّوئي

الفيضان الضّوئي

التّلوُّث الضّوئي هو مصطلحٌ واسعٌ يُشير إلى مشاكل متعدِّدة، وكلّها بسبب الاستخدام غير الكفؤ وغير المفيد للضّوء الاصطناعي. وتشمل أنواع التّلوُّث: التّجاوز الضّوئيّ، الإفراط في الإضاءة، والوهج، وفوضى الضّوء، وتوهُّج السّماء. ومصدر ضوءٍ واحدٍ مخالفٍ في كثيرٍ من الأحيان يقع في أكثر من واحدةٍ من هذه الفئات.

ضوء التّعدّي على الغير Light Trespass: التّعدّي الضّوئيّ هو أيُّ ضوءٍ مهدور يتمُّ العثور عليه في منطقةٍ حيث الضّوء غير مرغوبٍ فيه، مثل تسليط الأضواء الكاشفة على الجيران في كلّ ليلةٍ على نافذة غرفة النّوم. وتُؤدّي مستويات التّعدّي الضّوئيّ المرتفعة التي تعيق النّوم إلى تدهور جهاز المناعة، والآثار السّلبيّة مدرجةٌ في منظّمة العفو الدّوليّة كوسيلةٍ من وسائل التّعذيب.

وهج الضّوء Light Glare: الوهج هو من فئات الضّجّة السّاحقة التي يتمُّ اختبارها عندما يكون مصدر الضّوء نفسه أكثر إشراقاً من المنطقة التي نحاول إنارتها وتكون أعلى من النّطاق الطّبيعيّ لتكييف العين. وهو مصدر قلق وخاصّة لكبار السّنّ، والذين يقودون السّيّارات، ممّا يُسبّب عدم وضوح الرّؤية والعمى المؤقّت.

وهج السّماء Skyglow: يتجلّى بشكلٍ رئيسٍ في المدن الكبرى كتوهُّجٍ ضبابيٍّ فوق الأفق ناجمٌ عن الضّوء الهارب إلى الغلاف الجوّي من المصادر الموجّهة بشكلٍ خاطئٍ والمصمّمة بشكلٍ سيّءٍ. وهذا الشّكل من أشكال التّلوُّث الضّوئيّ هو مصدر قلقٍ خاصّة لعلماء الفلك لأنّه مسؤول عن خلق تأثيرٍ مُسبّب للعمى في سماء اللّيل، في ظروف الطّقس، مثل المطر، والرّياح، والدّرجات العالية من التّلوُّث، يجعل وهج السّماء من الصّعب جداً لعلماء الفلك رؤية أيّ شيءٍ في حين تكون معظم النّجوم مضيئةً والكواكب مُنيرةً. وقد سجّلت الآثار السّلوكيّة السّلبيّة على العديد من أنواع

هل تعلم؟

- أنّ التّلوُّث الضّوئيّ يُمزّق الأنظمة الأحيائيّة Ecosystems ويُمكنه أن يخلّف آثاراً سلبيّةً على الصّحّة؟
- وأنّ التّلوُّث الضّوئيّ يُمكنه أن يتناقص مع الاستخدام الفعّال للإضاءة؟

الحيوانات، مثل السّلاحف البحريّة والطّيور التي تعتمد على السّماء ليلاً لتربية صغارها، كما على الأغراض الملاحيّة.

ويوضع الإفراط في الإضاءة بكلٍّ بساطةٍ، والاستخدام المفرط للإضاءة في حالةٍ معيّنةٍ، كأكبر مساهمٍ في إهدار مواردنا الطّبيعيّة.

التّعدّي الضّوئيّ

فوضى الضّوء Light Clutter: في أنظمة الإضاءة المتوسّطة التي تسبق تاريخ منتصف التّسعينات كان يضيع 30 ٪ فقط من انتاجها الضّوئيّ. والإفراط في الإضاءة له تأثيرٌ بسيطٌ على البيئة، إلاّ أنّه يرتبط بالمشاكل الصّحيّة، مثل الصّداع وزيادة مستويات التّوتّر. ويمكن استخدام الضّوء بشكلٍ صحيحٍ أو تطوير نظم الإضاءة الحالية لتوفير آلاف الدّولارات من رسوم المرافق العامّة.

وفوضى الضّوء هي سطوعٌ مفرطٌ ناجمٌ عن مجموعةٍ من الأضواء تمّ وضعها بشكلٍ سيّءٍ. والأمرُ الأكثرُ إثارةً للقلق لدى السّائقين والطّيارين هو أنّ هذه الفوضى يُمكنها أن تتسبّب بالارتباك والضّياع.

إنّ فوضى الضّوء لا تملك الكثير من التّأثيرات المباشرة على البيئة بشكلٍ خاصٍّ، ولكن معظم الحيوانات تتجنّب مثل هذه المناطق كما يفعل البشر.

الوهج الضّوئيّ

العُلوم هي منظومة الحُصول على المعرفة إستنادًا على النَّظريَّات التي تُطبَّق من خلال إجراء البُحْث والتَّجارب العلميَّة. هذه الموسوعة التي بين يديك تُشكل مجموعة مراجع أساسيَّة تؤمِّن لك الأُسُس الفعَّالة للإبحار في مُختلف الإختصاصات العلميَّة. إنَّها مصدر قيِّم للطُّلاب والمُتَخَصّصين، يعرض القوانين والقواعد العلميَّة بأسلوب شيِّق وسهل مُستندًا إلى الصوَر الملوَّنة والإختبارات العلميَّة التي تُرَسِّخ المعلومة بشكلٍ ثابت في الأذهان.

PICTORIAL SCIENCE INFOPEDIA

الموسوعة المصورة في
العلوم والتكنولوجيا
PICTORIAL SCIENCE INFOPEDIA

- الوقت
- القوى والحركة
- الهواء
- الأرض
- الكون
- الطب
- الإتصالات
- الطيران
- الرجل الآلي
- السيارات
- الحاسب الآلي
- التكنولوجيا
- جسم الإنسان
- المغناطيسية
- الكهرباء
- الصوت
- الخلايا
- المحيطات
- تقنية الصغائر (النانو)
- رحلات الفضاء
- الضوء
- الحرارة
- الكيمياء وعناصرها
- حالات المادة: الصلب، السائل والمتبخر

ISBN 978-9953-30-703-9

Dar El Rateb دار الراتب الجامعية
P.O.Box 14/5229 Beirut - Lebanon
Telefax: 00961 1 853993 - 853895
Website : www.dar-elrateb.com
Email: info@dar-elrateb.com